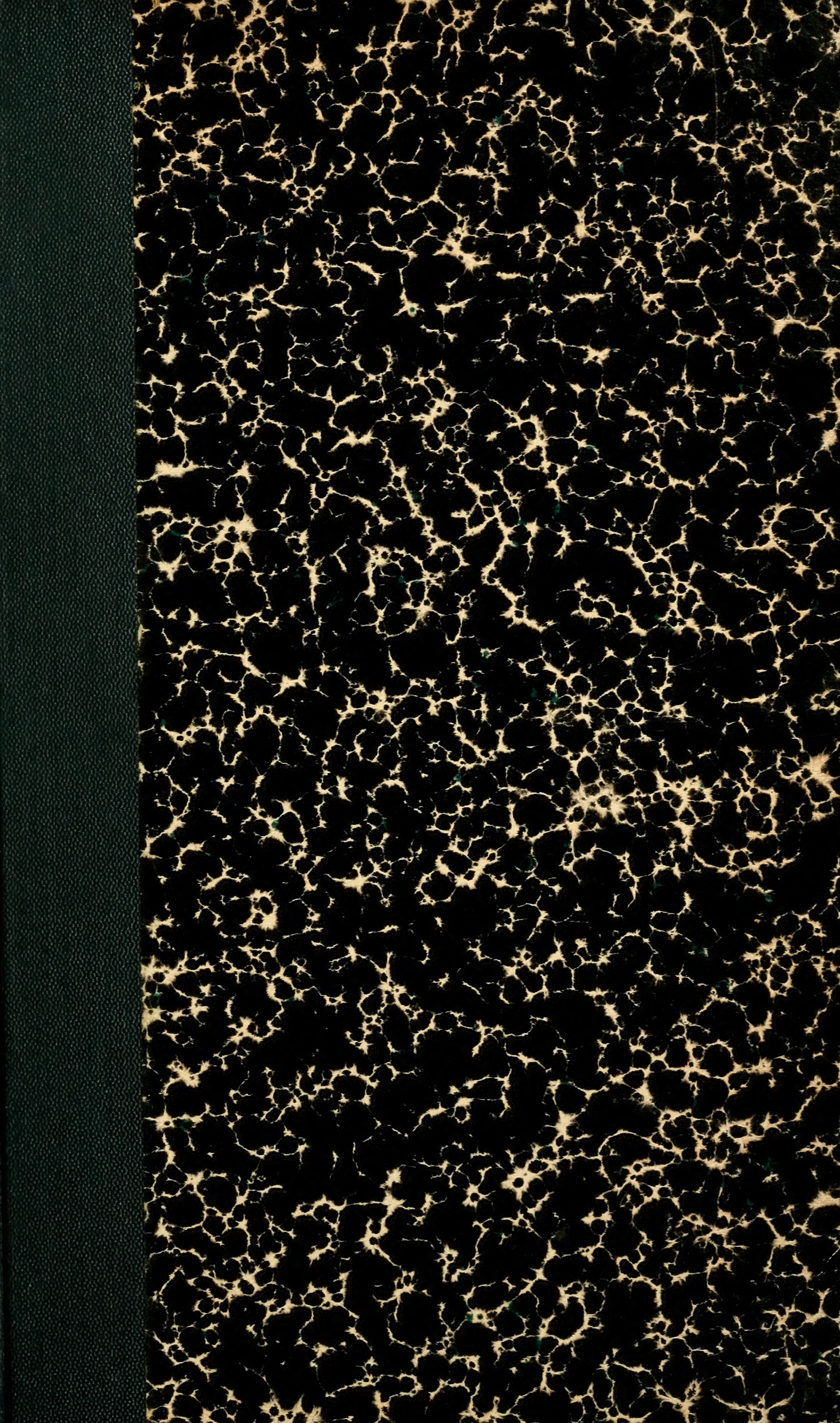




ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME VINGT-NEUVIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 6

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL

NEUCHATEL
DELACHAUX ET SANDOZ

1867

QUELQUES OBSERVATIONS

SUR LA

MATIÈRE COLORANTE DE LA CHLOROPHYLLE

PAR

MARC MICHELI.

Le principe colorant de la chlorophylle a déjà été l'objet de nombreuses recherches, tant de la part des botanistes que de celle des chimistes. Malgré cela, il est encore très-imparfaitement connu, et l'on n'a guère émis que des hypothèses sur sa nature et sa composition.

Dans de pareilles recherches, il faut soigneusement distinguer le développement des grains de chlorophylle eux-mêmes, de la formation de la matière colorante. La première partie du sujet a été très-soigneusement étudiée par M. le professeur Sachs[1] et par M. Arthur Gris[2]. Tous deux s'accordent à considérer les grains de chlorophylle comme un produit de la transformation et de la division du protoplasma; leurs opinions ne diffèrent que sur le rôle à attribuer au nucléus : sa présence est indispensable suivant M. Gris, parce que le protoplasma, avant de se diviser, s'amoncelle en général autour de lui; M. Sachs pense que son utilité n'est qu'apparente, et cite à l'appui de cette théorie de nombreuses algues et cham-

[1] Handbuch der physiologischen Botanik, vol. IV, page 9 et 313. L'auteur y donne les titres de ses mémoires spéciaux sur ce sujet.

[2] Recherches microscopiques sur la chlorophylle. (Annales des Sciences naturelles, 1857, 4me série, vol. VII.)

pignons qui renferment de la chlorophylle, sans qu'on y ait jamais reconnu la présence d'un nucléus, et certaines feuilles de dicotylédones, dans lesquelles le protoplasma, bien loin de s'amonceler autour du nucléus, commence par revêtir d'une couche plus ou moins épaisse la membrane de la cellule, avant de se diviser. Cette première partie du phénomène n'a rien à faire avec le développement de la matière colorante proprement dite. La partie plastique des grains de chlorophylle peut se former entièrement dans l'obscurité; ils offrent alors l'apparence de petits polyèdres jaunâtres, et ils ne deviennent verts, comme chacun le sait, que sous l'influence de la lumière. (Voyez encore à ce sujet : Hofmeister, « Lehre der Pflanzenzelle, » p. 376 et suivantes [Handb. der Phys. Bot. vol. I], et Ad. Weiss, « Untersuchungen über die Entwickelungs-Geschichte der Farbstoffe in Pflanzenzellen, » dans les Sitzungsberichte der k. Acad. der Wiss. Wien, 1864 et 1866.)

Les travaux d'Eusèbe Gris[1] ont positivement prouvé le rôle important que joue le fer dans la coloration des plantes. Ce savant, dont les recherches ont été confirmées par celles de son fils[2], a montré que, sous l'influence du fer, les plantes chlorosées reprennent leur couleur naturelle. Le prince de Salm-Hortsmar[3], Pfaundler[4] ont confirmé ce fait; Risse, dans le laboratoire du professeur

[1] De l'action des composés ferrugineux solubles sur la végétation, 1843. Nouvelles expériences sur l'emploi des ferrugineux solubles appliqués à la végétation, 1844.

[2] A. Gris, Recherches microscopiques, etc. (Ann. des Sc. natur., 1857), et « De l'application des sels de fer à la végétation » (Bulletin de la Société impériale zoologique d'acclimatation, juillet 1862).

[3] Versuche und Resultate über die Nahrung der Pflanzen, 1856.

[4] Annalen der Chemie und Pharmacie, Band XII, p. 37.

Sachs à Bonne, a cultivé des plantes dans de l'eau distillée, en leur fournissant tous les éléments des cendres à l'exception du fer[1]; elles étaient toutes complétement chlorosées, et c'est en vain qu'il essaya de remplacer le fer par du nickel ou du manganèse. La nature de cette influence du fer n'est point connue : l'analyse ne paraît pas constater sa présence dans la matière de la chlorophylle; son action se rapproche probablement de celle de la potasse sur la formation de l'amidon, ou de l'acide phosphorique sur celle de l'albumine; bien qu'ils ne se retrouvent pas dans la formule chimique de ces substances, leur présence est indispensable à leur développement.

Au point de vue plus spécial de la composition chimique du principe colorant, M. Filhol[2] a publié récemment une observation où, sans beaucoup de détails, il dit avoir décomposé la solution alcoolique de chlorophylle en quatre corps, en la traitant par des acides énergiques : 1° un corps brun azoté, insoluble dans l'alcool; 2° un corps jaune non azoté, soluble dans l'alcool; 3° un corps bleu, formé par l'influence d'un excès d'acide chlorhydrique; 4° un corps jaune, extrait du précédent au moyen de l'éther.

M. Jodin[3], qui semble avoir obtenu la matière colorante à un assez grand degré de pureté, a montré qu'une solution de chlorophylle, lorsqu'elle se décolore à la lumière, absorbe beaucoup d'oxygène et ne rend presque pas d'acide carbonique. Par exemple, dans une de ses expériences, 21,5 Cc. de solution alcoolique, contenant 0,0731 grammes de chlorophylle, absorbèrent

[1] Sachs, Handbuch der Physiol. Botan. vol. IV, p. 145.

[2] Comptes rendus, 1865, tome LXI, p. 371.

[3] Comptes rendus, 1864, tome LIX, p. 859

en moins d'un mois à la lumière 37,4 Cc. d'oxygène; il n'y eut que 3 Cc. d'acide carbonique formé; ainsi en poids 1 de chlorophylle absorba 0,72 d'oxygène.

Dernièrement, M. Frémy[1] a émis une nouvelle hypothèse sur la composition de la couleur verte, et c'est surtout sur ce travail que je m'arrêterai, parce que c'est celui qui a servi de point de départ à mes observations. Imaginant que peut-être la chlorophylle doit sa couleur verte à la combinaison d'un principe bleu avec le jaune préexistant dans les plantes étiolées, il essaya par différents moyens de séparer ces deux éléments dans la solution alcoolique. Un morceau d'alumine hydratée, placé au fond de la solution, se chargea de la matière colorante, mais ce fut en vain que, par différents réactifs neutres, tels que le sulfure de carbone, l'éther, etc., il essaya de séparer le bleu du jaune. Il n'eut pas plus de succès au moyen des bases et des acides, et essaya alors d'un mélange d'éther et d'acide chlorhydrique. Deux parties du premier et une du second, versées dans une quantité indéterminée de solution de chlorophylle, opèrent, suivant lui, la décomposition. Au fond du vase se dépose une couche d'acide coloré en bleu et au-dessus flotte l'éther jaune. Il donna à la première substance le nom de Phyllocyanine et à la seconde celui de Phylloxanthine. Ayant cru remarquer que dans certains cas, et en particulier sous l'influence des bases, la phyllocyanine devenait jaune et pouvait être ensuite rétablie par les acides, il nomma cet état particulier Phylloxanthéine. En traitant par l'acide chlorhydrique des solutions jaunes de chlorophylle étiolée, il en sépara un peu de bleu, et expliqua ce fait par la phyllo-

[1] Annales des Sciences nat., 4me série. Botanique, t. XIII, 1860.

xanthéine transformée par l'acide en phyllocyanine : les feuilles jaunes en automne traitées de la même façon ne donnèrent point le même résultat; elles ne doivent, par conséquent, renfermer que de la phylloxanthine.

Dans un travail plus récent[1], le même auteur cite quelques expériences nouvelles et complète sa théorie; pour obtenir de la couleur verte parfaitement pure, il commence par mêler à la solution alcoolique de l'alumine hydratée et agite fortement : l'alumine se colore en vert, et il reste dans l'alcool une matière colorante jaune et une substance grasse. Au moyen de l'alcool bouillant, il extrait alors de l'alumine la chlorophylle purifiée. A la liqueur ainsi obtenue, il ajoute de l'eau de baryte, fait bouillir, et obtient ainsi un double précipité; un jaune qu'il suppose être de la phylloxanthine pure, et un vert qu'il appelle du phyllocyanate de baryte, rangeant, sans donner de raison pour cela, la phyllocyanine parmi les acides organiques. Il lave le précipité par l'alcool pur qui dissout la phylloxanthine; puis décompose, par l'acide sulfurique, le sel de baryte et en extrait l'acide phyllocyanique pur, soluble dans l'éther et l'alcool. — La phylloxanthine est neutre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther et l'alcool; elle cristallise en feuillets jaunes ou en prismes rougeâtres, colorés en bleu par l'acide sulfurique. L'acide phyllocyanique est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, et donne une solution verte ou bronzée. Les sels sont bruns ou verts, les alcalins seuls sont solubles dans l'eau. Les solutions d'acide phyllocyanique dans l'acide chlorhydrique ou sulfurique sont bleues, violettes ou vertes, suivant le degré de concentration.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, ce sont ces dernières

[1] Comptes rendus, 1865, tome LXI, p. 188.

observations de M. Frémy qui ont servi de point de départ aux recherches que j'ai faites cet hiver dans le laboratoire de Poppelsdorf, sous la direction et d'après les conseils de M. le professeur Sachs. Je ne puis assez lui témoigner de reconnaissance pour l'intérêt qu'il a constamment mis à mes travaux; il a suivi toutes mes expériences, et ce n'est qu'appuyé sur son autorité que je me permets d'en exposer les résultats.

Ayant fait ce travail entièrement en hiver, je n'ai pas pu observer tous les différents états de la chlorophylle; j'ai dû, en particulier, laisser de côté tout ce qui tient à la décoloration des feuilles en automne.

Il est assez important d'indiquer la méthode d'après laquelle on prépare la solution alcoolique de chlorophylle et la plante d'où on la tire. Car comme Stokes[1] et Harting[2] l'ont déjà fait remarquer, le plus ou moins grand degré de pureté de la solution exerce une grande influence sur ses propriétés physiques et chimiques. Si l'on se borne à jeter des feuilles fraîches dans l'alcool, on obtiendra des résultats assez incertains; l'alcool sera considérablement dilué par l'eau des feuilles et toutes les impuretés qui se sont attachées à l'épiderme, les substances grasses, etc., se retrouvent dans la solution. Pour parer à ces inconvénients, j'ai suivi une méthode qui déjà auparavant avait fort bien réussi à M. Sachs. On fait bouillir les feuilles coupées en petits morceaux à trois ou quatre reprises dans l'eau, puis, après les avoir soigneusement rincées, on les fait sécher à une température de 50 à 60°. On les réduit ensuite en poudre aussi fine que possible; on peut ainsi estimer assez exactement la quan-

[1] Philos. Transact., 1832, II, p. 403.
[2] Poggend. Ann., vol. XCVI, 1855.

tité de chlorophylle qu'on emploie pour préparer une solution[1]. Il est avantageux d'employer des feuilles de Graminées ; grâce à l'absence de nervure et de pétiole, leurs tissus renferment à peu près partout la même quantité de chlorophylle, et l'on est ainsi encore plus sûr du résultat. Je me suis servi dans ces expériences de feuilles d'avoine et de seigle. Un gramme de poudre dans 40 Cc. d'alcool à 96° donne en 24 heures une solution d'un vert très-pur et très-foncé et fortement fluorescente. C'est celle que j'appellerai solution normale.

La purification des feuilles dans l'eau paraît les débarrasser d'un principe colorant particulier qui ne fait pas partie de la chlorophylle. Lorsqu'on broie énergiquement des feuilles fraîches dans de l'eau distillée, celle-ci se colore en jaune : elle reste incolore, si les feuilles ont été traitées par la méthode que je viens de décrire. Cette liqueur jaune n'est point fluorescente : son principe colorant est détruit et précipité par l'acide sulfurique. Je l'ai retrouvé dans des feuilles d'avoine, de seigle, de colza, de *Reseda luteola* et d'*Isatis tinctoria*. Je crois que c'est celui qui colore encore l'alcool de M. Frémy, lorsqu'il a fait absorber la chlorophylle par de l'alumine hydratée.

Beaucoup d'autres substances ont autant, et même plus que l'alcool, la propriété de dissoudre la matière colorante de la chlorophylle. L'éther se place en première ligne, et dans les expériences rend d'aussi grands services que l'esprit de vin. Les autres dissolvants sont en général

[1] Cette méthode peut avoir un autre avantage : la poudre, ainsi préparée, peut se conserver indéfiniment dans un lieu sec et obscur ; on peut en préparer beaucoup à l'avance. Comme il n'est pas toujours facile de réunir à un moment donné une certaine quantité de feuilles, cela peut être utile pour des expériences en grand.

trop influencés par les réactifs pour pouvoir être employés.

Voici les résultats que j'ai obtenus avec un certain nombre d'entre eux. J'ai employé chaque fois :

0,1 gramme de feuilles en poudre,
5 centimètres cubes de la substance

et laissé 48 heures dans l'obscurité.

Alcool : solution d'un vert pur et très-foncé, poudre encore verdâtre.

Ether : solution d'un beau vert foncé, poudre entièrement décolorée.

Chloroforme : solution d'un brun verdâtre, poudre entièrement décolorée.

Benzine : solution brune, poudre presque décolorée.

Le phénomène de la fluorescence se présentait également bien dans les quatre cas.

Les matières grasses sont aussi des dissolvants assez énergiques [1], et pour certaines réactions donnent des résultats très-satisfaisants. J'ai essayé l'huile d'olive et de ricin : cette dernière, étant incolore, offre de grands avantages. Vu son peu de fluidité, le meilleur moyen de préparer la solution est de la verser sur un filtre de toile, plein de poudre de feuilles. On obtient ainsi un liquide d'un très-beau vert et surtout très-fortement fluorescent [2].

[1] Une couche d'huile, mise en contact avec une couche de solution alcoolique verte de chlorophylle, absorbe à celle-ci sa matière colorante par diffusion.

[2] Cette solubilité de la chlorophylle dans l'huile peut servir à expliquer certains phénomènes de la décoloration des feuilles en automne. Par exemple dans la vigne on observe, au moment où la décoloration commence, des gouttes huileuses d'un vert assez intense. L'amidon des grains de chlorophylle se transforme probablement en huile et à mesure que le protoplasma se détruit, dissout la matière colorante. On

La glycérine n'a pas d'influence.

Il existe encore un autre moyen de séparer le principe colorant de la chlorophylle, et de l'isoler sous forme pour ainsi dire solide : c'est de le recueillir sur l'hydrate d'alumine, ainsi que M. Frémy l'a indiqué. La méthode qui m'a paru la plus favorable consiste à employer une solution d'alun et à précipiter l'alumine avec de la potasse, afin de l'avoir à un degré de division plus parfait. Je recueillais ce précipité sur un filtre et versais ensuite dessus de la solution alcoolique de chlorophylle. L'alumine retient la matière verte : l'opération peut être poussée jusqu'à décoloration complète de l'alcool, et on obtient ainsi une laque d'une fort belle couleur. M. Frémy a toujours trouvé qu'après cette opération il restait dans l'alcool une matière colorante jaune : cela provient probablement de l'impureté de la solution qu'il employait ; ainsi que je l'ai déjà mentionné, je ne crois pas avoir tort en comparant cette matière à celle qui se dissout dans l'eau, lorsqu'on y broie des feuilles fraîches.

Le dédoublement de la chlorophylle, en phyllocyanine et en phylloxanthine, ne s'est point opéré exactement de la façon qu'indique M. Frémy. Pour obtenir quelque chose qui ressemble à du bleu, il faut une proportion d'éther très-considérable. Quelquefois pour 20 à 25 Cc. d'éther du plus beau jaune, je n'avais que quelques gouttes d'acide chlorhydrique d'un bleu pâle et peu décidé : c'est bien peu de chose, et je n'ai point compris ce que dit M. Frémy : J'obtenais ainsi deux couches de couleur assez intense, une bleue et une jaune, qui, par leur mé-

observe des phénomènes analogues chez les spores des algues, et particulièrement chez les zygospores, des conjuguées (Sachs).

lange, reproduisaient le vert. Les quelques traces de bleu que renfermait mon acide n'auraient pas produit le moindre effet sur la quantité d'éther du plus beau jaune que j'avais obtenu. C'est ce fait reproduit régulièrement dans toutes les expériences, qui me fit d'abord penser que la matière bleue n'est pas préexistante dans la chlorophylle, mais est un produit artificiel de la manipulation.

Des essais faits avec les autres solutions de chlorophylle donnèrent des résultats à peu près analogues, c'est-à-dire une proportion de bleu très-faible vis-à-vis du jaune. Lorsqu'on verse l'acide directement dans la solution éthérée, on obtient un bleu un peu plus franc que dans le cas précédent. Avec la benzine et le chloroforme, les résultats sont les mêmes qu'avec l'alcool. Avec la solution d'huile de ricin, on obtient un bleu pur et assez foncé. C'est, sans contredit, par cette méthode qu'on se rapproche le plus des résultats obtenus par M. Frémy. Cette différence vient probablement de ce que, dans les cas précédents, une partie de l'alcool se mêlait à l'acide et en diluait la couleur, tandis qu'ici toute l'huile reste dissoute dans l'éther.

On peut aussi retourner l'expérience et verser dans une solution alcoolique ou éthérée de l'acide chlorhydrique et une autre substance, telle que la benzine ou l'huile de ricin. L'essai fait avec cette dernière substance a assez bien réussi, et l'acide était d'un vert bleu, passablement foncé.

Mais d'une manière générale, toutes ces expériences étaient peu satisfaisantes et les résultats très-irréguliers; le bleu toujours peu abondant, et sa teinte très-variable semblait dépendre de l'état de concentration des réactifs,

bien plus que ce ne serait naturel, s'il ne s'agissait que de séparer deux substances préexistantes.

Il fallait donc chercher une autre explication à la présence de ce principe bleu, et je crois l'avoir trouvée en étudiant l'effet des acides sur la chlorophylle. Le résultat peut s'énoncer en deux mots : Tous les acides employés à très-petite dose détruisent la couleur verte de la chlorophylle et laissent à la place un liquide jaune ou brun, suivant le degré de concentration. Deux d'entre eux, HCl et SO_3, possèdent en outre la propriété de transformer la matière colorante jaune en vert ou en bleu, suivant les cas. A petites doses, ils détruisent la couleur verte comme les autres acides, mais employés en plus grande quantité, ils la rétablissent, par suite de leur influence sur la matière jaune [1]. La chose est très-évidente, lorsqu'on verse de la chlorophylle goutte à goutte dans de l'acide chlorhydrique ; chaque goutte, dès qu'elle arrive au contact de l'acide, se décolore, puis, lorsqu'en remuant on la mélange avec un excès d'acide, elle reprend sa couleur verte. L'expérience de M. Frémy se prête également très-bien à démontrer cette théorie. Si dans 4 à 5 Cc. d'éther on verse une goutte seulement d'acide chlorhydrique, puis environ 1 Cc. de solution alcoolique, on obtient un liquide uniquement jaune, parce qu'il y a eu juste assez d'acide pour détruire la couleur verte et pas assez pour créer la bleue. Rajoute-t-on quelques gouttes de HCl, une couche bleue commence à se former au fond du vase.

[1] Il va sans dire qu'ils agissent sur la solution éthérée jaune de l'expérience de M. Frémy comme sur la solution alcoolique transformée; l'effet est même encore plus évident, parce que l'acide se précipite immédiatement au fond du vase au lieu de se mélanger comme dans l'alcool.

D'une expérience à l'autre, la couleur obtenue varie beaucoup : tantôt c'est du bleu presque pur, tantôt un vert se rapprochant de celui de la chlorophylle ; ces différences sont dues au degré d'énergie et de concentration des acides employés, ainsi que le montre le tableau suivant. Les expériences sont faites chaque fois avec deux centimètres cubes de solution normale de chlorophylle, diluée de deux centimètres cubes d'alcool, et en versant les acides goutte à goutte.

HCl fumant : une goutte suffit pour décolorer; vers la quinzième, le vert reparaît, mais la coloration n'est complète qu'après 45 à 50 gouttes. — 18 à 20 gouttes de SO_3 colorent en bleu[1].

HCl en vapeur : la première bulle qui traverse la solution la décolore : quand il en a passé 15 à 20, elle est de nouveau verte.

SO_3 concentré. — 1 goutte décolore; vers la dixième, le vert reparaît, vers la quinzième, la solution est bleue ; 45 à 50 gouttes de HCl colorent en vert.

NO_5. — 1 goutte décolore ; 10-15 gouttes de SO_3 colorent en bleu.

Acide acétique concentré. —80 à 90 gouttes (=1 Cc.) décolorent; 15-20 gouttes de SO_3 colorent en vert.

C_2O_3. — 4 à 5 gouttes décolorent ; 15 de SO_3 ou 80 de HCl colorent en vert.

CrO_3. — 4 à 5 gouttes décolorent, en produisant une espèce de précipité; 10 à 15 gouttes de SO_3 colorent en vert sale.

En examinant ce tableau, on reconnaît :

[1] Ce que j'appelle ici *bleu* n'est pas une couleur parfaitement pure, c'est plus que du bleu verdâtre : c'est ce que les Allemands appelleraient du bleu « mit einem Stich in Grün. »

1° HCl, NO_5, SO_3 agissent beaucoup plus énergiquement que les autres acides; une goutte suffit pour décolorer une grande masse de chlorophylle. Les acides organiques, et principalement l'acide acétique qui était très-concentré, sont beaucoup moins actifs.

2° SO_3 agit sur la substance jaune beaucoup plus énergiquement que HCl même en vapeur; avec ce dernier on obtient très-difficilement du bleu.

3° Plus l'acide qui a décomposé la chlorophylle est énergique, plus SO_3 agit facilement; après NO_5 et SO_3 lui-même, il suffit de 12 à 15 gouttes pour donner une assez belle couleur bleue; après HCl, il en faut 18-20; après les autres acides, on n'obtient jamais que du vert, et pour arriver à ce résultat, il faut d'autant plus de SO_3 que la liqueur contient davantage du premier acide. HCl est soumis aux mêmes lois.

Une expérience du même genre peut être encore faite avec HCl; elle consiste à faire digérer de la poudre de feuilles directement dans cet acide; on obtient par ce moyen un liquide bleu verdâtre, semblable à celui qui résulte de l'effet de l'acide sulfurique sur la solution de chlorophylle. On peut, en même temps, s'assurer que HCl n'a pas la propriété de transformer la totalité de la substance jaune ; des feuilles dont il n'extrait plus rien, soumises à l'effet de l'éther, fournissent encore une quantité assez considérable de solution jaune, qui, traitée par SO_3, donne encore beaucoup de bleu. C'est donc une preuve de plus de la différence d'énergie entre ces deux acides. Il est impossible de s'assurer par le même moyen si SO_3 transforme la totalité de la chlorophylle contenue dans la poudre de feuilles. Cet acide agit trop fortement sur les tissus organiques des cellules, et au bout de quelques

moments, la liqueur est complétement noire ou d'un brun foncé. Mais il est probable qu'il laisse toujours une portion de la substance jaune intacte, puisqu'on n'obtient de bleu parfaitement pur que lorsque la portion transformée se sépare du reste de la liqueur comme dans l'expérience de M. Frémy faite avec de l'huile de ricin.

La solution jaune de chlorophylle de plantes étiolées, traitée par les acides sulfuriques et chlorhydriques, donne les mêmes résultats que celle qui provient de la décomposition de la liqueur verte. Seulement il est difficile de s'en procurer en assez grande abondance pour expérimenter commodément. Les feuilles étiolées entières, traitées par HCl, se colorent également en vert. Sachs[1] a déjà mentionné ce fait, en y joignant la remarque que peut-être les conifères et les fougères, qui seules ont la propriété de verdir dans l'obscurité, doivent leur couleur à une influence analogue. Marquard[2] dit aussi avoir obtenu une solution bleue en traitant de la chlorophylle, d'abord par l'acide sulfurique et ensuite par l'alcool. En refaisant cette expérience, j'ai bien remarqué au moment du contact une teinte bleue ; mais la substance de la chlorophylle (obtenue par évaporation de la solution alcoolique) était très-promptement altérée par SO_3.

Ces expériences me semblent mener nécessairement à la conclusion que la couleur bleue est un produit de la transformation de la matière colorante jaune, sous l'influence de l'acide sulfurique ou chlorhydrique. Il est difficile de croire à l'existence d'un corps qu'une seule goutte d'acide détruirait, tandis qu'un plus grand nombre le ferait reparaître. Le principe colorant jaune paraît être le

[1] Lotos. Prag. 1859. Janvier.

[2] Die Farben der Blüthen. Bonn, 1835. (Voyez à la fin du travail.)

seul constant dans la chlorophylle; il existe déjà dans les feuilles étiolées, il se retrouve dans la solution alcoolique décomposée par les acides; c'est encore lui qui colore les feuilles en automne. Comment se transforme-t-il en vert? c'est ce qu'il est, je crois, impossible de dire pour le moment. Cette question ne me paraît en tous cas pas pouvoir être résolue sans des analyses chimiques parfaitement exactes.

Parmi les bases, la baryte a une influence assez particulière sur la solution alcoolique de chlorophylle. En faisant bouillir, ainsi que M. Frémy l'indique, la solution alcoolique avec de l'eau de baryte, on obtient un précipité assez abondant, souvent même la solution est entièrement décolorée. Une partie de ce précipité est soluble dans l'alcool et donne une liqueur d'un très-beau jaune; le reste ne se dissout que par l'influence de SO_3 et donne un liquide vert bronzé. Peut-être pourrait-on, au lieu d'expliquer cela par la présence d'un sel insoluble de phyllocyanate de baryte, supposer que la baryte insoluble dans l'alcool se précipite et, en se précipitant, entraîne le principe colorant comme le fait l'alumine : en même temps, elle agit un peu à la manière des acides, décompose la chlorophylle et transforme une partie de la matière jaune en un principe bleu tout à fait analogue à celui qu'on obtient par l'acide sulfurique. Son action se rapproche de celle de HCl en ce sens qu'après avoir détruit la couleur verte, elle ne transforme qu'une partie de la substance jaune et exerce son pouvoir absorbant plus spécialement sur cette partie transformée qui est ainsi rendue insoluble dans l'alcool pur.

La partie non transformée donne dans l'alcool une solution d'un jaune magnifique, beaucoup plus pur que dans

aucune des autres expériences : l'acide sulfurique n'a que peu d'action sur cette liqueur, probablement parce qu'elle renferme toujours quelques traces de baryte qui neutralisent l'acide. Mais lorsqu'on commence par la faire évaporer, le résidu est coloré par SO_3 en un bleu assez pur, ainsi que M. Frémy lui-même le mentionne. La solution obtenue en traitant le précipité vert par SO_3 et l'alcool est d'un bleu plus ou moins verdâtre, rappelant tout à fait la couleur de celles qu'on obtient en traitant la solution alcoolique par SO_3 ou en faisant digérer la poudre de feuilles dans HCl. Cette explication est, du reste, une simple hypothèse à l'appui de laquelle les preuves manquent encore.

Parmi les autres bases, la potasse et l'ammoniaque sont sans effet. M. Frémy dit que la potasse décolore la solution alcoolique ; je crois que ce n'est qu'une apparence : n'étant pas soluble dans l'alcool, elle se précipite et change ainsi l'aspect de la liqueur ; mais si on ajoute de l'eau, elle se redissout, et la solution, bien que plus diluée, est parfaitement verte.

La teinture d'iode paraît détruire la couleur verte de la chlorophylle ; mais cet effet n'est que passager, ou même n'est peut-être dû qu'à sa teinte brune qui masque le vert. Lorsqu'on le neutralise avec de la potasse, le vert reparaît.

Le chlore agit comme décolorant avec une grande énergie ; la solution bleue dans SO_3 semble un peu plus stable que la jaune ou que la verte.

L'acide sulfureux agit comme un acide ordinaire ; non point comme décolorant. Il jaunit la chlorophylle verte et est sans effet sur la solution jaune ou bleue.

L'hydrogène et l'oxygène gazeux sont sans effet à la température ordinaire.

D'après des observations de M. Askenasy, citées par le professeur Hofmeister dans son dernier ouvrage « Die Lehre der Pflanzenzelle » (p. 375), un certain nombre de cryptogames (collémacées, nostochinées, oscillatoriées, chroococcacées) contiendraient un double principe colorant. L'un s'obtient en broyant les plantes fraîches dans de l'eau ; il est d'un bleu plus ou moins intense, et la liqueur est fortement fluorescente en rouge orange. L'autre, qu'on extrait ensuite par digestion dans l'alcool, ne se distingue en rien de la chlorophylle ordinaire. Cette organisation se rapproche peut-être de celle des floridées ; seulement dans ces dernières le pigment rouge est plus abondant et masque complètement la chlorophylle. L'auteur de ces observations publiera prochainement un mémoire étendu sur ce sujet. M. Cohn[6] a déjà, dans un numéro récent de la « Botanische Zeitung, » mentionné l'existence de ces deux principes colorants dans plusieurs genres d'algues inférieures. Il propose pour le principe bleu le nom de Phycocyanine et le rapproche de la Rhodophylle ou pigment rouge des floridées.

J'ai préparé moi-même les deux principes colorants des Collema, et je les ai trouvés tels qu'Askenasy les décrit.

La solution verte extraite du nostoc, traitée avec les mêmes réactifs que la chlorophylle, coïncide avec elle dans tous ses caractères.

L'influence de la lumière sur la chlorophylle et ses différentes transformations fournit de nouvelles preuves à l'appui des vues exposées dans les pages précédentes. La couleur verte de la chlorophylle est, comme chacun le

[1] Botan. Zeitg. 1867, nº 5. Extrait d'un mémoire présenté à la « Botanische Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. »

sait, détruite lentement à la lumière diffuse, et assez rapidement si on l'expose aux rayons directs du soleil; il n'en est point ainsi pour les différents liquides bleus ou verts bleuâtres qu'on en extrait au moyen des acides ou de la baryte, et qui, suivant M. Frémy, renferment de la phyllocyanine.

J'ai placé quatre éprouvettes, contenant: la première de la solution alcoolique de chlorophylle, la deuxième la liqueur bleue qu'on en extrait par l'acide sulfurique, la troisième le produit de la digestion de la poudre de feuilles dans l'acide chlorhydrique, la quatrième la solution verte bleuâtre obtenue au moyen de la baryte (acide phyllocyanique de Frémy), je les ai placées auprès d'une fenêtre tournée au S.-E. Elles y sont restées 24 heures et ont reçu le soleil pendant 3 à 4 heures environ; au bout de ce temps, la chlorophylle était tout à fait décolorée et le liquide d'un brun jaunâtre. Les trois autres solutions n'avaient pas subi la plus légère modification.

Ce résultat me paraît assez important; en effet, lorsque la chlorophylle se décolore à la lumière, ce ne peut être, d'après la théorie de M. Frémy, que par la destruction du principe bleu de la phyllocyanine, ou par sa transformation en phylloxanthéine. Cet effet devrait être, semble-t-il, tout aussi marqué, lorsque la phyllocyanine, au lieu d'être mélangée à la phylloxanthine dans la chlorophylle, se trouve isolée dans une solution spéciale. Tel n'est point, comme on l'a vu, le cas; ce principe n'a pas encore subi la moindre altération, lorsque la chlorophylle est déjà complétement détruite. Il me semble donc une fois de plus que nous avons ici à faire à un produit de transformation dû à l'influence des acides et non point à un corps préexis-

tant. Par des considérations purement optiques, M. Stokes[1] est arrivé à la même conclusion : il regarde la couleur bleue, obtenue par M. Frémy, comme un produit de décomposition.

Les solutions jaunes de différentes provenances sont aussi décolorées sous l'influence de la lumière. Celle qu'on prépare au moyen de la baryte l'est en particulier complétement au bout de deux ou trois jours. Dans les autres, il reste toujours quelques traces de couleur.

La solution de chlorophylle dans l'huile de ricin n'a pas été, pendant la durée de la même expérience, influencée par la lumière. Ce fait semble confirmer les idées de M. Jodin qui attribue la décoloration à l'absorption de l'oxygène. Il est évident que ce gaz pénètre très-difficilement dans une solution huileuse. L'éprouvette étant restée quatre à cinq jours près de la fenêtre, la décoloration commença à se manifester : elle s'étendait au bout de ce temps à environ un pouce au-dessous de la surface supérieure.

Ces différentes solutions, à l'exception du jaune de baryte, offrent toutes le phénomène de la fluorescence bien évident; ses caractères généraux sont partout les mêmes, mais son intensité varie naturellement beaucoup d'un cas à l'autre, suivant le degré de concentration de la liqueur; c'est l'huile de ricin qui l'offre de beaucoup au plus haut degré. D'après M. Adolphe Weiss[2], dans les solutions de chlorophylle très-diluées la fluorescence donne lieu à des rayons bleus et non pas rouges. Il est possible que ce ne soit pas là un vrai phénomène de fluorescence, et que la grande quantité d'eau qu'on emploie précipite la chlo-

[1] Philos. Magaz., 4me série, vol. XXVII, p. 388.

[2] Fluorescenz der Farbstoffe. Ad. Weiss, Oester. Botan. Zeitschrift, Avril 1862.

rophylle ou quelque autre des substances dissoutes dans l'alcool. On aurait alors affaire à ce que M. Stokes (On the refrangibility of Light. Philos. Trans. 1852, II) appelle la fausse dispersion, très-fréquente dans les liquides renfermant des particules en suspension.

Le spectre de la chlorophylle est très-caractéristique; il a été soigneusement étudié et décrit par Stokes, Harting, etc. D'après le premier de ces auteurs, il s'étend du rouge au vert ou au commencement du bleu et renferme cinq bandes d'absorption, deux dans le rouge, une dans le jaune, une dans le vert, une dans le bleu, plus ou moins visibles suivant le degré de concentration ou l'épaisseur de la couche. La dernière n'apparaît presque jamais. Mais les véritables traits distinctifs de ce spectre sont la première de ces bandes d'absorption, toujours très-large et très-visible, et l'espace rouge qui la précède : ce dernier dépasse notablement le champ visible du spectre solaire et est dû à la fluorescence; c'est une des nuances de rouge les plus foncées que l'on connaisse. À un degré de concentration suffisant, le spectre de la chlorophylle ne se compose que de cet espace rouge et d'une ligne placée au commencement du vert.

En examinant les spectres des différentes transformations de la chlorophylle, j'ai retrouvé partout les mêmes caractères généraux. Ils offrent bien quelques différences individuelles, mais se rapprochent en tant de points, que dans ce cas la méthode spectrale ne peut rendre aucun service pour les distinguer. Tous offrent en particulier la bande d'absorption n° 1 et le rouge qui la précède.

Je rendrai compte encore en quelques mots d'une observation que j'ai faite récemment au sujet d'une influence particulière de la lumière sur la chlorophylle

vivante. Elle ne se rapporte peut-être pas directement au sujet de ce travail, mais peut cependant offrir quelque intérêt; elle prouve tout au moins que l'effet dont il s'agit n'est point chimique. Presque toutes les feuilles exposées à un soleil ardent deviennent d'un vert beaucoup plus clair et reprennent à l'ombre leur nuance primitive. La chose est surtout évidente, si l'on abrite une partie d'une feuille, tandis que le reste est au soleil. Lorsqu'il a publié son « Handbuch der Experimental-Physiologie, » M. Sachs croyait avoir été le premier à remarquer ce phénomène : il a retrouvé depuis, dans un ancien ouvrage de Marquard (Die Farben der Blüthen, voir ci-après), que celui-ci le mentionne, mais sans s'étendre à son sujet et sans émettre aucune théorie sur ses causes. Voici textuellement sa phrase (l. c. p. 47) : « Dans les plantes croissant à l'ombre, *les feuilles pâlissent sous l'influence des rayons directs du soleil* — ainsi que nous l'avons remarqué pour l'Aspidium patens et d'autres fougères ; leurs frondes deviennent pâles dès qu'elles sont au soleil, tandis que les portions abritées restent vertes. » En tout cas, M. Sachs est le premier qui se soit véritablement occupé de ce phénomène ; il a d'abord essayé (Berichte der mathem. phys. Kl. der königl. sächs. Gesellsch. der Wiss., 1859) de l'attribuer à une modification chimique de la chlorophylle. Il est plus tard revenu sur cette idée et a retiré cette explication comme insuffisante (Flora, 1862, p. 220). M. Böhm, ayant examiné à ce point de vue les feuilles des Crassulacées, attribue ce changement de couleur à un mouvement des grains de chlorophylle qui se rassemblent vers le milieu de la cellule. Cette observation peut fort bien être exacte, mais la théorie ne s'applique en tout cas qu'aux plantes dont les grains de

chlorophylle nagent dans la sève. Lorsqu'ils sont fixés contre les parois des cellules (et c'est le cas chez le plus grand nombre des phanérogames), un pareil mouvement est impossible. M. Sachs pense que la chose pourrait être expliquée d'une manière satisfaisante, par une contraction des grains de chlorophylle ou par un changement de forme; leur diamètre s'allongerait dans la direction du rayon; la portion tangentielle du grain (celle qu'on voit à l'extérieur) diminuerait d'autant (Handb. der Exp. Phys., p. 16).

Je crois avoir trouvé que la première de ces hypothèses est fondée : en plaçant des feuilles isolées de Cerratodon purpureum dans l'eau, sur le porte-objet du microscope, et les exposant au soleil, l'effet était déjà très-visible au bout d'un quart d'heure. Il augmente pendant une heure environ; puis paraît rester stationnaire. Les grains perdent souvent plus de la moitié de leur diamètre. Placés dans l'obscurité, ils regagnent peu à peu leurs dimensions primitives, et ne les ont pleinement atteintes qu'au bout de deux heures environ. D'après M. Sachs, les feuilles entières de phanérogames, devenues plus claires au soleil, reprennent leur couleur en quelques minutes dans l'obscurité. Probablement que les feuilles séparées depuis un certain temps de la plante n'avaient déjà plus la même vitalité. Les figures ci-jointes montrent que cet effet est des plus visibles, et qu'on peut bien comprendre que la couleur de la plante en soit altérée. Il est très-difficile de donner des mesures exactes à cause de l'irrégularité des grains; cependant dans la cellule 1 (fig. 2), les trois grains avaient au commencement de l'expérience: $0^{mm},006$, $0^{mm},005$, $0^{mm},006$ de diamètre; après une heure d'insolation : $0^{mm},005$, $0^{mm},004$, $0^{mm},004$; dans la cellule 2,

ils avaient tous les trois, d'abord $0^{mm},006$ et après $0^{mm},004$.

L'hypothèse émise par M. Sachs me paraît ainsi confirmée : ces observations demandent cependant à être répétées sur un plus grand nombre de plantes ; il faudrait en particulier chercher à constater le fait sur des feuilles de phanérogames, en en faisant des coupes soignées qu'on exposerait au soleil sur le porte-objet du microscope. J'espère avoir plus tard l'occasion de m'étendre davantage sur ce sujet.

Je résumerai en quelques mots les résultats les plus importants des recherches qui précèdent :

1° Il n'y a pas de raison suffisante pour admettre l'hypothèse de M. Frémy sur la constitution de la chlorophylle décomposable en phyllocyanine et en phylloxanthine.

2° La chlorophylle paraît formée avant tout d'une substance jaune qui se transforme en vert d'une manière inconnue.

3° Tous les acides détruisent la couleur de la chlorophylle et la transforment en jaune.

4° Deux d'entre eux, SO_3 et HCl, ont en outre la propriété de transformer ce jaune en bleu ou en vert, suivant les cas. La baryte agit d'une manière analogue.

5° La lumière ne décolore pas la couleur verte ou bleue obtenue au moyen de SO_3 ou de HCl ; ce n'est donc pas la même couleur qui se trouve dans la chlorophylle.

6° Beaucoup de feuilles deviennent plus claires lorsqu'on les expose à un soleil ardent ; cet effet paraît être dû à la contraction des grains de chlorophylle.

J'avais déjà terminé ce travail, lorsque M. le professeur Sachs me fit remarquer un petit ouvrage déjà assez ancien : « Die Farben der Blüthen, » von Dr. L. Clamor-Marquard (Bonn, 1835). Il renferme beaucoup d'observations ingénieuses, et comme il est probablement fort peu connu des lecteurs français, peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt de donner quelques extraits de la partie qui traite de la chlorophylle. Le résultat de ces recherches ne se rapproche en rien de celui qu'a obtenu M. Frémy. L'auteur commence même par dire : « Cette théorie (celle de la décomposition du vert en jaune et en bleu) nous paraissait la plus naturelle, mais nous devons avouer que, après les expériences les plus variées, nous avons perdu toute espérance d'arriver à décomposer la chlorophylle en bleu et en jaune » (p. 41). Il commençait par faire macérer des feuilles d'avoine fraîches pendant quelques jours dans de l'alcool, puis faisait évaporer celui-ci à 40°, reprenait le résidu par l'éther, laissait de nouveau évaporer à siccité et employait pour ses expériences la substance ainsi obtenue « d'un vert foncé, presque noire lorsqu'elle est abondante, jaune verdâtre en couches minces; elle restait longtemps molle et pâteuse » (l. c. p. 43). La potasse n'avait presque pas d'influence ; au bout de plusieurs jours, elle avait seulement dissous une petite partie de la couleur verte. — Traitant la chlorophylle avec de l'eau distillée, on obtient une solution jaune, au fond de laquelle se retrouve la chlorophylle un peu plus pulvérulente et plus foncée, du reste avec tous ses caractères. — Cette matière jaune dissoute dans l'eau me paraît évidemment être celle que j'ai isolée en broyant des feuilles fraîches dans de l'eau. Si l'on traite de la même façon de la chlorophylle purifiée, on n'obtient aucune couleur. Le re-

sidu de chlorophylle, traité par l'alcool dilué à 30°, donnait une solution jaunâtre. J'ai, en effet, toujours remarqué que, lorsqu'on ajoute beaucoup d'eau à la solution alcoolique normale, elle devient à peu près jaune.

Traitant la chlorophylle par HCl, on obtient une liqueur d'un très-beau vert, dans laquelle se sépare une substance grasse qu'on peut recueillir sur un filtre. Elle est soluble dans l'éther, l'alcool, les huiles; d'un vert olivâtre, et laisse des taches grasses sur le papier. Sa solution alcoolique est acide. La solution bleue verdâtre de la chlorophylle dans l'acide chlorhydrique peut se mélanger à l'alcool et être conservée longtemps dans des flacons bien bouchés. Elle est précipitée par les carbonates alcalins et terreux, et le résidu vert pulvérulent est soluble dans l'alcool, l'éther, etc. On le prendrait pour le principe colorant de la chlorophylle, si, en le traitant par SO_3, on ne parvenait à en séparer de l'HCl combiné avec lui. « Rapprochant la réaction acide de l'huile, que n'avait pas dissoute HCl, avec la tendance de l'autre principe à se combiner avec les acides énergiques, j'arrive à considérer la chlorophylle comme une combinaison binaire, dans laquelle le principe colorant joue le rôle d'élément électropositif » (l. c. p. 45). Quelle que soit la valeur de cette dernière hypothèse, il est facile de voir que cette action de HCl se rapproche de celle que j'ai indiquée.

J'ai déjà mentionné l'expérience de Marquard avec l'acide sulfurique; c'était la seule de lui que je connusse alors. Bien que je n'aie pas pu refaire l'expérience de la même manière que lui, nous sommes arrivés exactement au même résultat, à une transformation de la chlorophylle par SO_3.

Marquard conclut ainsi ses observations : « Je ne puis

dire dans quelle classe de composés organiques doit rentrer la chlorophylle ; je désire seulement appuyer sur les deux faits suivants : La chlorophylle devient jaune en présence de l'eau (probablement par combinaison chimique avec elle) ; elle devient bleue au contact de l'acide sulfurique concentré et de l'alcool qui, au contraire, lui enlèvent de l'eau » (l. c. p. 46).

Il termine enfin en remarquant que la combustion de la chlorophylle, ne produisant pas de vapeurs ammoniacales, celle-ci ne contient probablement pas d'azote. Depuis lors on a toujours regardé la chlorophylle comme un composé azoté : mais dans ces tout derniers temps, Pfaundler est revenu sur cette opinion et la range, au contraire, parmi les substances non azotées.

NOTICE

SUR UNE

STATION DE L'AGE DU RENNE

RÉCEMMENT DÉCOUVERTE A SCHUSSENRIED (WURTEMBERG)

PAR

M. le Prof. Dr O. FRAAS

(Würtemb. Naturw. Jahresheft, 1867, 1s Heft)

En 1866, un meunier de Schussenried (Wurtemberg) fut obligé de faire creuser un canal très-long et très-profond pour ramener dans son bief des eaux qui en avaient été détournées par le desséchement d'un marécage voisin. Ces travaux considérables amenèrent la découverte d'une grande quantité de débris d'ossements et de bois de rennes, ainsi que d'objets travaillés en pierre et en os. M. le Dr Fraas fit exécuter sous ses yeux des fouilles importantes pour exploiter à fond ce gisement, et les surveilla lui-même avec le plus grand soin; il en a exposé les résultats dans un mémoire très-intéressant et fort détaillé. La coupe du terrain dans lequel a été creusé le canal présente, en allant de bas en haut, un lit de gravier erratique, un banc de tuf renfermant des coquilles terrestres et fluviatiles d'espèces identiques à celles qui vivent aujourd'hui dans le pays, puis une couche épaisse de tourbe formant le sol actuel. Les ossements et les objets travaillés se trouvent dans une sorte de grande excavation ou de poche creusée dans le gravier et remplie de mousse et de sable. La mousse qui forme une couche épaisse en-

tre le gravier et le tuf est dans un état de conservation si parfait que les espèces ont pu être exactement déterminées par M. Schimper; ce sont *Hypnum sarmentosum*, Wahl., *Hypnum aduncum* var. *Grœnlandicum*, Hedw., et *Hypnum fluitans* var. *tenuissimum*. Ces mousses vivent maintenant, ou bien à une très-haute latitude, ou bien à une grande élévation au-dessus du niveau de la mer, ordinairement près des neiges ou de l'eau glacée qui en découle; elles accusent une flore très-septentrionale, le 70° de latitude environ, ou, pour l'*Hypnum sarmentosum* en particulier, la limite des neiges éternelles. Le gravier inférieur est évidemment erratique, la plaine marécageuse que traverse le canal s'appuie contre une colline composée également de gravier qui n'est qu'une ancienne moraine. Or, d'après M. Desor, on trouve dans le voisinage des glaciers des excavations en entonnoir dans le genre de celle qui renferme les ossements et les autres objets, et qui est considérée par M. Fraas comme ayant servi de dépôt d'immondices à une peuplade de l'époque du renne qui avait ses habitations tout auprès. Tous les ossements qui se trouvent dans la mousse, toujours humectée par de nombreuses sources, sont parfaitement conservés, tous ceux qui en sortaient et pénétraient dans le gravier sont entièrement décomposés. Les fouilles opérées dans l'excavation ont amené la découverte d'une quantité prodigieuse d'ossements et de bois de renne; les os sont tous brisés, ils ont été fendus pour en extraire la moelle; les bois en très-grand nombre, les uns entiers, ayant appartenu à de jeunes animaux, les autres employés à divers usages et jetés là comme hors de service. Chose singulière, les dents sont soigneusement extraites des alvéoles, elles servaient à quelque usage inconnu. Sauf quelques

débris d'une espèce de bœuf, on n'a pas trouvé d'os ayant appartenu à d'autres ruminants, mais des restes de cheval. On a pu constater la présence du glouton, d'un ours autre que l'ours des cavernes et rappelant l'ours arctique, du loup, du renard polaire, du cygne, et l'absence complète du chien. La faune comme la flore témoigne d'un climat septentrional : elle ne se compose que d'animaux ne craignant pas le froid et ne présente aucune trace du mélange, observé ailleurs, d'animaux du Nord avec d'autres provenant de régions tempérées ou méridionales. Quant aux débris de l'industrie humaine, ils consistent principalement en silex taillés (600 pièces), pointes de lances, pointes de flèches, etc. (pas de haches, quelques nucléus), et en objets de bois de renne et d'os, aiguilles, hameçons, etc. Les silex sont de provenance étrangère, il ne s'en trouve pas dans le pays. En outre, des cailloux roulés ont évidemment servi de marteaux, etc. Des pierres plates portant les traces du feu, des charbons, attestent également la présence de l'homme. Aucune trace de poterie quelconque, ni d'ossements humains. Du reste, rien de bon, rien d'entier ne s'est trouvé dans cette fosse; on n'y jetait évidemment que ce qui ne valait plus rien.

La faune et la flore ont, comme on l'a vu, un caractère particulièrement boréal, beaucoup plus que celles des stations de l'âge du renne, du Languedoc par exemple. C'est là un fait remarquable qui donne une réelle importance à la découverte de M. Fraas. Faut-il en conclure que la station de Schussenried appartient à une époque plus ancienne ? C'est là un fait probable, mais dont la constatation demande de nouvelles découvertes. Il importe de remarquer l'état d'infériorité apparent de la civilisation de

cette peuplade qui ne connaissait pas l'art du potier et n'ornait ses ustensiles d'aucune sculpture. Évidemment la station de Schussenried est postérieure à l'époque glaciaire proprement dite, c'est-à-dire au temps où le glacier du Rhin formait des moraines et accumulait des graviers ; mais on peut conclure de la présence des mousses boréales et du caractère de la faune, qu'il n'y avait peut-être pas bien longtemps que le pays était débarrassé des glaces, lorsque la peuplade dont on retrouve les traces vint s'y établir. Il est bien probable, que de nouvelles recherches sur d'autres points amèneront la découverte de nouvelles stations et de nouveaux points de comparaison, qui permettront de fixer d'une manière plus précise l'âge de la station de Schussenried et de compléter les documents qu'elle a fournis jusqu'ici.

P. de L.

SUR

L'ORIGINE DU TRAVAIL MUSCULAIRE

A. Fick et *J. Wislicenus.* — UEBER, etc..... SUR LA PRODUCTION DE LA FORCE MUSCULAIRE. (*Vierteljahrsschrift der Zürch. natur. Gesell.* B. X.)

Frankland. — ON, etc...... SUR LA FORCE MUSCULAIRE. (*Philos. Magaz.* septembre 1866. — *Leçon au Roy. Inst.*

I.

MM. Fick et Wislicenus, professeurs à Zurich, ont publié dernièrement le résultat d'une expérience personnelle, entreprise par eux dans le but de résoudre un problème actuellement posé de physico-physiologie.

On sait que les physiologistes considèrent généralement aujourd'hui le travail que les êtres vivants sont capables de produire, comme le résultat d'une *transformation* de la chaleur qui se produit dans l'organisme. La chaleur se transforme là en travail mécanique dans la même proportion, probablement, que la proportion qui a été reconnue dans les phénomènes physiques proprement dits. On admet que la source de chaleur réside dans les actions chimiques, et notamment dans l'*oxydation* continuelle qui atteint certaines parties de l'organisme. Mais ce qui demeure encore discuté, c'est la question de savoir *quelles substances*, par leur oxydation, fournissent la chaleur qui se transforme en force vive.

On a généralement pensé, jusqu'ici, que le travail mus-

culaire use et consomme la substance même du muscle, c'est-à-dire la matière azotée. — Dans ses *Lettres sur la Chimie*[1], M. Liebig exprime nettement cette idée : « ...Les « parties plastiques des aliments sont évidemment les pre- « mières conditions de la production de la force physique « dans l'économie, ainsi que de toutes les activités sen- « suelles et intellectuelles. » — ... « La force de travail « qu'un homme peut dépenser tous les jours peut se me- « surer par la quantité des parties plastiques qu'il con- « somme dans le pain et la viande. » — « ... Les par- « ties plastiques des aliments, créées, en définitive, par la « plante, sont donc les conditions de toute activité, de « toute production de force, dans l'économie animale, de « la part des sens ou des membres. » — Plus récem- ment, cette opinion a été soutenue, entre autres, par MM. Playfayr et Odling. Ce dernier dit[2] : « ... La force mus- « culaire dépend de l'oxydation musculaire, etc...; la force « latente, engendrée par la combustion du carbone et « de l'hydrogène de la graisse, se manifeste seulement « sous la forme de chaleur ; la combustion d'une quan- « tité égale de carbone et d'hydrogène d'un muscle se « manifeste principalement sous la forme de mouvement. » — On peut bien affirmer que cette manière de voir est encore celle qui règne le plus généralement aujourd'hui chez les physiologistes et les médecins. Il semble assez na- turel de supposer, en effet, que l'activité du muscle est en relation avec la consommation de *sa propre substance*, c'est-à-dire avec la consommation d'une matière albumi- noïde.

[1] *Nouvelles lettres sur la chimie*, trad. de Gerhardt, 1852 ; 33me lettre

[2] *Lect. on anim. chem.*, cité par M. Frankland dans sa Leçon au Roy. Inst.

MM. Fick et Wislicenus, dans leur mémoire, présentent d'abord une remarque ingénieuse en comparant le muscle qui travaille à une locomotive. Dans une locomotive, les pièces *qui se meuvent* sont en fer, en acier, en cuivre, et pourtant elles ne brûlent pas. Ce qui brûle, pour fournir la chaleur qui se transforme en travail, c'est une matière entièrement distincte, le charbon. De même, dans l'organisme, il se peut que les substances qui brûlent, pour fournir la force vive, soient autres que celles qui forment le muscle[1].

Dans le corps animal, les matières non azotées, par leur combustion, fournissent la chaleur sensible ; ce fait est depuis longtemps admis. Mais on peut se demander aujourd'hui si les mêmes substances ne produisent pas aussi, par leur combustion, la chaleur qui se transforme en travail ? Elles seraient alors le combustible *moteur* et non-seulement le combustible *réchauffant.*

L'opinion qui consiste à admettre que c'est la combustion des substances musculaires qui fournit le travail, se trouve d'ailleurs déjà ébranlée par les belles recherches de M. E. Smith[2], qui a montré que la production d'acide carbonique augmente dans une proportion énorme, lorsque l'organisme produit un travail, tandis que l'urée ne varie pas d'une manière sensible. Le même fait a été constaté par Voit[3] qui a trouvé que la quantité d'urée, pro-

[1] Le Dr J. R. Mayer avait déjà dit, dans ses premiers aperçus sur la théorie mécanique de la chaleur : « ..... Un muscle est seulement « un appareil au moyen duquel la transformation des forces s'effectue, « mais il n'est pas la substance par le changement chimique de la- « quelle l'effet mécanique se produit. »

[2] E. Smith, dans les *Philos. Transact.* 1859.

[3] *Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes*, etc. Munich, 1860.

duite par un chien, est la même que l'animal soit au repos ou qu'il fournisse un travail actif.

MM. Fick et Wislicenus se sont demandé si la force musculaire est produite *uniquement* par la combustion de la matière fibrineuse, et ils ont entrepris une expérience dont les résultats sont d'une grande portée. Ils ont produit un travail extérieur mesurable et ont cherché, en même temps, à constater, par le dosage de l'urée, quelle quantité de substance fibrineuse avait brûlé en eux.

Les auteurs ont choisi, comme travail, l'ascension du Faulhorn, à partir du niveau du lac de Brienz. Ils sont montés par un chemin fort raide, partant du village de Iseltwald, afin de limiter autant que possible le travail effectué à une simple ascension verticale.

A partir du 29 août, à midi, ils ne prirent aucune nourriture azotée jusqu'au 30 dans la soirée. Pendant ces 31 heures, ils mangèrent exclusivement de la farine d'amidon, de la graisse et du sucre. La boisson consista en vin et bière.

L'expérience commença réellement le 29 août, à 6 heures 15 minutes du soir, en ce sens que, à partir de ce moment-là, l'urine fut soigneusement recueillie, mesurée et analysée. Les auteurs distinguent quatre périodes :

1re. Du 29 août au soir à 5h 10m du matin, le 30.

2me. De 5h 10m à 1h 20m, le 30.

3me. De 1h 20m à 7h du soir, le 30.

C'est pendant la deuxième période que l'ascension du Faulhorn fut exécutée. Le 30, à 7 heures, MM. Fick et Wislicenus prirent un copieux repas azoté, et l'urine de la nuit suivante (4me période) fut également recueillie.

Sur le Faulhorn, les auteurs procédèrent à une première analyse des diverses sortes d'urine, en suivant la

méthode de Neubauer[1] ; mais ils conservèrent, dans des tubes hermétiquement fermés, une petite provision de ce liquide pour le soumettre à une analyse quantitative plus complète à leur retour à Zurich.

Ensuite des résultats de cette dernière analyse, voici les quantités totales d'*azote* qui ont été éliminées par l'urine durant les quatre périodes indiquées plus haut :

	F.		W.	
	Total.	Moyenne par heure.	Total.	Moyenne par heure.
	g	g	g	g
1re période . . .	6,915 . . .	0,63	6,684 . . .	0,61
2me » . . .	3,313 . . .	0,41	3,134 . . .	0,39
3me » . . .	2,429 . . .	0,40	2,416 . . .	0,40
4me » . . .	4,816 . . .	0,45	5,346 . . .	0,51

On peut conclure de là quelle quantité de matière albuminoïde a dû être consommée pour fournir ces proportions d'azote. Toutes les matières protéiques constituant les tissus renferment plus de 15 pour cent d'azote ; on n'aura donc sûrement pas une valeur trop faible en basant le calcul sur cette proportion, et on trouve alors que la quantité de substance protéique employée a été :

	F.	W.
	g	g
1re période	46,106	44,561
2me »	22,088	20,891
3me «	16,195	16,110
4me »	32,111	35,641

Ces chiffres confirment ce qui a été déjà observé, savoir : que la production d'un travail mécanique n'entraîne pas une proportion plus abondante d'urée dans l'urine. La

[1] Neubauer et Vogel, *Analyse des Haras*.

diminution qu'on remarque dans les périodes 2me et 3me provient, sans doute, de l'alimentation exclusivement non azotée.

La quantité de substance protéique consommée pendant le travail peut être exprimée, au maximum, par la somme de ce qui se rapporte aux périodes 2me et 3me, soit 38gr,28 pour M. Fick et 37gr,03 pour M. Wislicenus. — Une petite correction apportée à la valeur relative à M. Fick abaisse le premier chiffre à 37gr,17.

Quelle quantité de chaleur a été produite, dans le corps, par la combustion de la substance albuminoïde, combustion dont les produits ont quitté l'organisme par le poumon et par les reins ? — Les auteurs, n'ayant pas à leur disposition des données propres à répondre exactement à cette question, ont dû chercher une valeur maximum, c'est-à-dire celle que l'on obtiendrait en brûlant isolément tous les éléments qui entrent dans la substance albuminoïde. Dans cette supposition, un gramme d'albumine livrerait 6,73 calories. On peut être certain que la chaleur qui a été réellement produite dans le corps est plus faible que cette quantité-là ; et en admettant 6,73 calories pour un gramme, on basera le calcul sur une quantité de chaleur certainement supérieure à celle qui a pu réellement se transformer en travail mécanique dans l'organisme. — D'après cela, M. Fick aurait produit 250 et M. Wislicenus 249 calories. Le travail correspondant est :

pour M. Fick . . . . . . 106250 kilogrammètres,
» Wislicenus . . . 105825 »

Les auteurs admettent 425 kilogrammètres pour l'*équivalent mécanique*.

Le travail mécanique effectué pour l'ascension s'estime

facilement dès que l'on connaît le poids des deux voyageurs et la hauteur verticale parcourue. M. Fick pesait (avec les vêtements, etc.) 66 kilogrammes et M. Wislicenus, 76. — Le sommet du Faulhorn étant de 1856 mètres au-dessus du niveau du lac de Brienz, le travail exécuté par les deux savants a donc été, au minimum, de 129096 kilogrammètres pour M. Fick, et de 148656 pour M. Wislicenus.

En comparant ces valeurs avec celles qui résultent de la combustion de la substance azotée dans le corps, les auteurs concluent que « la combustion des substances « protéiques ne peut pas être la seule source du travail « dont les muscles sont capables, puisqu'il y a deux exem« ples où des hommes ont produit un travail extérieur « sûrement plus considérable que celui qui résulterait « de la transformation de la chaleur due à la combustion « de ces mêmes substances. »

Il est à remarquer, d'ailleurs, que l'ascension n'a pas été le seul travail musculaire produit. La respiration et la circulation exigent un travail interne que l'on peut approximativement évaluer. Chaque systole d'un adulte en bonne santé peut être estimée à 0,64 kilogrammètres (Fick, Helmholtz). En admettant ce chiffre, le travail de la circulation a été, pour M. Fick, de 25344; le travail de la respiration est évalué, par lui, à 5197 kilogrammètres, de telle sorte que le travail *total,* pendant l'ascension, atteint 159637 kilogrammètres. Pour M. Wislicenus, la même somme fournit le chiffre de 184287 kilogrammètres.

On pourrait et devrait ajouter à ces valeurs une certaine quantité de travail plus difficile à apprécier. Ainsi, l'ascension n'étant pas rigoureusement verticale, il y a évi-

demment à tenir compte du travail exigé par le déplacement horizontal[1], il y a également du travail consommé par les mouvements des bras, de la tête, etc. — En outre, en se basant sur ce qui s'observe dans l'immense majorité des cas (peut-être dans tous) où de la chaleur est produite et où elle fournit du travail, on peut penser que, dans l'organisme, ce n'est qu'*une partie* de la chaleur qui se transforme en travail mécanique. Les auteurs, s'appuyant sur les recherches de M. Haidenhain[2], pensent

[1] M. Thury (*Archives des Sc. phys. et nat.*, avril 1858), se basant sur diverses considérations, admet que 48000 mètres de marche sur un sol horizontal équivalent à 4,000 mètres d'élévation verticale. — Le travail pour 1 mètre de marche à plat est 7,2 kilogrammètres, pour un homme de 65 kilogrammes.

[2] M. Haidenhain a publié, en 1864, un travail considérable et d'un grand intérêt sur la production de la chaleur et de la force dans l'activité musculaire (*Mechanische Leistung, Wärme*, etc.... von Prof. Dr Haidenhain, Breslau).

Dans cet ouvrage, l'auteur décrit des expériences nombreuses et variées sur la température des muscles à l'état de contraction et de repos, sur leur température suivant qu'ils se contractent sans produire un travail ou en travaillant, etc., etc., les muscles étaient excités par un courant galvanique et la température estimée à l'aide d'une pile thermo-électrique. Entre autres conclusions auxquelles l'auteur arrive, je citerai les trois suivants :

Lorsqu'un muscle se contracte, il s'échauffe en même temps.

Lorsque la contraction produit un travail, la quantité de chaleur est moindre que quand cette contraction se fait sans travail.

Le déficit de chaleur est d'autant plus considérable que le travail produit est plus considérable aussi.

Ces conclusions, déduites d'expériences nombreuses, sont évidemment une base des plus légitimes à l'opinion qui admet que, dans l'organisme, le travail mécanique produit par les muscles résulte d'une transformation de chaleur.

M. Haidenhain a étudié, en outre, l'influence de la tension initiale du muscle que l'on fait contracter, l'influence de la fatigue du muscle sur la proportion (d'autant plus grande que le muscle est fatigué) de chaleur qui se transforme en travail, etc. Ce beau mémoire qui exi-

que, dans des conditions normales, ce n'est jamais plus de la moitié de la chaleur qui engendre le travail.

Ces diverses remarques aboutissent évidemment à fortifier toujours plus la conclusion posée plus haut, et on peut même la modifier en disant que la combustion des substances protéiques ne peut fournir qu'une part assez faible du travail mécanique musculaire.

De cette conclusion, on passe évidemment d'une façon naturelle, et même forcée, à l'opinion que le travail musculaire est dû à la combustion des substances non azotées et entre autres, probablement, des graisses.

On pourrait opposer à la méthode employée par MM. Fick et Wislicenus une objection qui se présente assez naturellement à l'esprit, et à laquelle ces physiologistes répondent ainsi :

« Nous sommes obligés de nous placer sur le terrain d'une hypothèse qui, d'après des recherches nombreuses, a beaucoup de probabilité en sa faveur. Nous admettons que l'azote de la matière protéique quitte le corps exclusivement sous la forme d'urée. On a démontré, en effet

gerait une analyse développée et non-seulement une mention incidente, peut être recommandé à tous ceux qu'intéresse la question physico-chimique dont il s'agit ici.

Cette question du rapport entre la température des muscles et leur contraction a d'ailleurs également été traitée par d'autres auteurs, ainsi par Helmholtz, déjà en 1848, par M. Becquerel (1851), par M. Matteucci (1856), etc. Les expériences de M Béclard (1861), où ce physiologiste a opéré sur lui-même, sont très-connues et souvent citées. MM. Meyerstein et Thiry, de Göttingue, ont également publié (1863), sur le développement de la chaleur dans les muscles, un travail qui a précédé de peu le grand mémoire de M. Haidenhain. On peut consulter également avec intérêt, sur ces problèmes, une publication de M. le Dr M. Dufour (Zurich, 1865, *Dissert. inaug.*), où l'auteur calcule, avec quelques rectifications, certains résultats de M. Haidenhain.

(Ranke, Thiry), que, soit la transpiration cutanée, soit la respiration n'éliminent pas de traces sensibles de substance azotée. Nous pouvons d'ailleurs ajouter que, l'un et l'autre, nous avons peu transpiré durant l'ascension. Nous nous trouvions dans un nuage froid qui nous préservait contre un réchauffement exagéré. Quant aux substances azotées qui peuvent être éliminées par les matières fécales, nous pouvions en faire abstraction dans les calculs précédents, attendu que ces substances n'y sont point à l'état de produits oxydés, et, par conséquent, sortent du corps sans y avoir été la source d'une production de chaleur. »

« ..... Parmi les produits de la décomposition des substances protéiques qui peuvent demeurer dans les muscles, on ne peut guère citer que la créatine. On sait, en effet, qu'un muscle qui a fortement travaillé renferme plus de créatine que celui qui est demeuré au repos...... » — Les auteurs, se basant sur des expériences de Gregory et Städeler, arrivent à conclure que la quantité de créatine qui a pu demeurer dans leur tissu musculaire n'est pas supérieure à $4^{gr},64$, correspondant à $8^{gr},4$ de matière albuminoïde. Cette faible valeur est sûrement plus que compensée par les produits de la décomposition musculaire qui se sont éliminés par l'urine durant la troisième période, c'est-à-dire durant les six heures qui ont *succédé* à la période du travail. Ces produits de la troisième période, on l'a vu plus haut, sont comptés par MM. Fick et Wislicenus comme ayant contribué à la production de la chaleur qui s'est transformée en travail.

Les auteurs terminent par les remarques suivantes :

« Nous pourrions rendre sensible le résultat auquel nous sommes arrivés par une comparaison. Le muscle est

une machine construite avec des substances albuminoïdes, comme une machine à vapeur est composée de fer, d'acier, de laiton, etc. Dans la machine à vapeur, on obtient le travail en brûlant du charbon; dans la machine musculaire, le travail résulte de la combustion des graisses et des carbures hydratés. Dans la machine à vapeur, il y a continuellement un peu d'usure de la substance qui forme les pièces mobiles, substance qui s'oxyde; de même dans le muscle, il y a une consommation de la matière qui forme la fibre, et c'est cela qui fournit les composés azotés de l'urine. On comprend ainsi que, par le travail, ces composés azotés sont à peine accrus, tandis que la production d'acide carbonique est considérablement augmentée. C'est comme dans une machine à vapeur que l'on entretiendrait toujours chauffée et prête à fonctionner. L'oxydation du fer s'y ferait, sans doute, sensiblement avec la même activité, que la machine soit au repos ou qu'elle se meuve, tandis que le dégagement d'acide carbonique serait sûrement augmenté dans ce dernier cas. »

« ..... Une machine étant organisée pour brûler du charbon, elle fonctionnerait mal si l'on y employait un autre combustible. De même le muscle, s'il était disposé pour brûler facilement les matières albuminoïdes, pourrait, semble-t-il, moins bien servir, en même temps, à la combustion des substances non azotées. Or, la nécessité de la combustion de ces dernières substances, pour fournir la plus grande partie du travail, est prouvée par les expériences qui précèdent; on peut donc conclure, avec beaucoup de probabilité, que, *puisque la machine musculaire peut être sûrement chauffée par la combustion des substances non azotées, ces substances y sont probablement le combustible essentiel.* »

Les conclusions du mémoire de MM. Fick et Wislicenus sont, on le voit, assez opposées à ce que l'on admet généralement quant à la source du travail musculaire. — Il me semble que l'on peut citer bien des arguments à l'appui de ce rôle important des substances non azotées comme *combustible moteur*. On pourrait rappeler, d'abord, ce fait si incontestable que les hommes et les animaux qui travaillent beaucoup sont pauvres en tissu graisseux, tandis que ceux qui se livrent à peu de mouvements offrent beaucoup plus fréquemment une assez grande accumulation de graisse.

On peut présenter comme objection l'exemple très-connu et souvent cité des vigoureux ouvriers anglais qui mangent beaucoup de viande. Mais il faut remarquer que le beurre entre aussi pour une bonne part dans leur alimentation ; et d'ailleurs, il y a bien des exemples de travailleurs énergiques aussi qui ont une nourriture moins fibrineuse. Les ouvriers des mines de Freyberg ont, comme ration la plus habituelle, un morceau de pain dans lequel est logé un volumineux morceau de beurre. Les vachers des Alpes, qui fournissent un travail certainement considérable, ont une nourriture (le lait) qui n'est pas très-riche en matières albuminoïdes. Les bons ouvriers italiens qui exercent le métier de maçons, dans la Suisse française, consomment très-peu de viande, et enfin on peut dire que, en général, l'ouvrier des campagnes mange plus souvent du lard que de la viande proprement dite.

On sait que la force musculaire est généralement en rapport avec le *volume* du muscle. Mais il me paraît nécessaire de distinguer la *force musculaire* et le *travail* proprement dit dont les muscles sont capables. Il est fort possible qu'une alimentation surtout azotée augmente la

quantité de fibres musculaires, et par conséquent la *force*, sans fournir nécessairement la faculté du *travail* tel qu'on l'estime en mécanique. — Les grands carnassiers sont très-forts; mais il n'est pas sûr qu'ils soient susceptibles de fournir un travail très-considérable. Un tigre soulèvera un cheval avec sa puissante mâchoire; mais il est douteux qu'il soit capable de produire, en un jour, le travail que l'on obtient du cheval attelé à un chariot, ou du bœuf qui traîne la charrue. Les conditions les plus favorables sont probablement celles où l'alimentation renferme une proportion convenable de matières albuminoïdes, pour fournir la substance des muscles, et une proportion suffisante de substances non azotées (sucres, graisses, fécules) pour jouer le rôle de combustible moteur. En conservant l'ingénieuse comparaison de MM. Fick et Wislicenus, je dirai que la locomotive qui fournira le plus de travail sera celle qui aura ce double avantage de posséder des organes assez gros, assez solides et en même temps une bonne provision de charbon pour créer la chaleur qui se transforme en travail. Une locomotive, dans la construction de laquelle on aura employé beaucoup de fer et d'acier, sera très-puissante sans doute, elle traînera quelques instants un train fort lourd; mais elle ne pourra fournir, en définitive, que peu de *travail* si elle a une provision restreinte de combustible.

Il est évident que tout ce qui précède se rapporte uniquement au travail mécanique des muscles; mais on peut se demander peut-être si le *travail intellectuel* ne correspond pas à des phénomènes analogues. Il y aurait là des expériences bien intéressantes — mais bien difficiles! — à tenter. Est-ce que le travail intellectuel s'accompagne, peut-être, d'une élévation de température dans le cer-

verveau, comme le travail des muscles correspond à un réchauffement de leur tissu ? Est-ce que l'activité du cerveau s'accompagne de quelque modification dans la composition de sa substance, comme l'état d'activité des muscles correspond à une oxydation d'une partie des tissus ? Est-ce que le travail intellectuel (à l'inverse de celui des muscles) n'exige peut-être pas surtout une consommation des composés azotés ? Est-ce que l'alimentation azotée n'est pas, généralement, plus favorable à l'activité du cerveau que l'alimentation non azotée ?

II

M. Frankland a publié récemment des recherches qui ont peut-être été provoquées par le travail dont il vient d'être question. L'auteur a voulu combler la lacune existant dans nos connaissances au sujet de la quantité de chaleur qui peut être produite par la combustion de diverses substances organiques.

Les substances azotées ne pouvant pas brûler directement dans l'air d'une façon telle qu'on puisse mesurer la chaleur produite, le chimiste anglais a produit cette combustion en mélangeant la substance organique avec du chlorate de potasse et une petite quantité de peroxyde de manganèse. La réaction se passait dans un calorimètre Lewis-Thompson. Deux grammes de la substance organique étaient placés dans un tube en cuivre avec 19g,5 de chlorate de potasse. On allumait à l'aide d'une mèche imbibée de chlorate, puis séchée. Le tube était situé dans une cloche, en cuivre également, que l'on plaçait au fond d'un vase rempli d'eau. Des ouvertures pratiquées à la partie inférieure de la cloche permettaient le dégagement

des gaz qui, sous forme de bulles, se dégageaient à travers le liquide. Des corrections convenables étaient faites pour tenir compte de la chaleur absorbée par l'enveloppe du calorimètre, de la chaleur des gaz sortant de l'eau, du travail effectué par les gaz pour se dégager, etc. La décomposition de 19g,5 de chlorate de potasse fournit 0,756 calories, qu'il fallait retrancher du résultat obtenu.

Voici, comme exemple, quelques données. La chaleur est exprimée en *millièmes* de calorie, et le travail est calculé à raison de 423 kilogrammètres pour une calorie. Un gramme de substance, séchée à 100°, a donné :

	Chaleur.	Travail.
		k
Muscle lavé du bœuf à l'éther. .	5103	2116
Albumine purifiée	4998	2117
Graisse de bœuf	9069	3841
Acide hippurique	5383	2280
Urée.	2206	934

Ces valeurs sont évidemment *supérieures* à ce qui peut se produire dans le corps où la combustion des substances azotées est incomplète et donne comme produits défintifs de l'acide carbonique, de l'azote de l'urée, tandis que, dans l'oxygène, ces mêmes substances donnent de l'acide carbonique, de l'eau et de l'azote. Du muscle sec et de l'albumine fournissent à peu près un tiers de leur poids d'urée ; on peut donc corriger les valeurs qui précèdent, en en soustrayant la quantité de chaleur représentée par l'urée qui s'élimine du corps sans y être brûlée. On trouve, après cette correction :

	Chaleur.	Travail.
Muscle de bœuf. .	4368	1848
Albumine.	4263	1803

Utilisant les résultats de ses expériences, M. Frankland a repris le calcul des observations de MM. Fick et Wislicenus. Il a trouvé que le travail qui a pu être produit par la substance musculaire correspondant à l'urée observée est de :

68370	kilogrammètres	pour	M. Fick,
68690	»	»	M. Wislicenus.

Ces valeurs sont notablement plus faibles que celles que MM. Fick et Wislicenus avaient admises en les considérant, on s'en souvient, comme un maximum. Les conclusions de ces physiologistes se trouvent ainsi encore fortifiées, et le chimiste anglais conclut que, dans leurs expériences, le travail produit n'a sûrement pas pour origine, au moins pour origine unique, la combustion des substances azotées.

M. Frankland a calculé également ce qui concerne le travail effectué par des prisonniers assujettis à la roue tournante (*treadwheel*). Quatre hommes travaillaient 3 $^1/_2$ heures sur 24. L'ascension totale, par heure, était en moyenne de 658^m. On a recueilli et mesuré l'urine émise pendant les 24 heures. Voici la moyenne des résultats :

Travail extérieur, par jour.	199661^k
Travail interne (circulation et respiration) .	80006

Azote éliminé par l'urée.	$17^g,7$
Muscle sec correspondant	$114^g,0$

Travail possible, d'après la combustion de ces 114 grammes dans le corps, et en admettant que la moitié de la chaleur se transforme en effet mécanique . . 105336^k

L'auteur remarque, avec raison, que ce travail total, externe et interne, est sûrement inférieur au travail réel,

car il y a une foule de mouvements qui ne peuvent pas être convenablement estimés en kilogrammètres, mais qui ne représentent pas moins de la chaleur consommée. Il importe d'ajouter, d'ailleurs, que les hommes qui ont été soumis à cette expérience avaient dans leur ration journalière six onces de viande, ce qui augmente, on le sait, la production de l'urée.

D'autres calculs analogues sont basés, par M. Frankland, sur le travail (*shot-drill*) de prisonniers qui soulevaient un boulet de 32 livres, le portaient à une distance de 9 pieds, revenaient sans charge à leur point de départ, prenaient un nouveau boulet, etc. Ce voyage se répétait six fois en une minute, et se pratiquait durant 3 heures dans les 24.

Le travail total, interne et externe, par homme et par jour, est . . . . 176322^{k}

L'azote éliminé par l'urine . . . . . 12^{g},1
Muscle sec correspondant. . . . . . 77^{g},9

Travail possible par la combustion, dans le corps, de 77^{g},9 de muscle et en admettant que la moitié de la chaleur se transforme en effet mécanique. . . . 72975^{k}

Ici encore, on voit que le travail possible demeure bien inférieur au travail réel, et ce résultat est plus concluant que le précédent, parce que les hommes soumis aux expériences avaient une nourriture exclusivement végétale.

M. Frankland s'associe donc pleinement aux expériences de MM. Fick et Wislicenus, et il pense que la source du travail musculaire se trouve principalement dans la chaleur de combustion des éléments *non azotés* de l'organisme. Cela n'exclut pas la possibilité que les matières azotées puissent peut-être aussi, par leur com-

bustion, fournir une partie de la chaleur qui se transforme en travail.

Les deux colonnes ci-dessous renferment quelques données tirées du mémoire de M. Frankland. La première contient le travail, en kilogrammètres, que peut produire un gramme de substance d'après sa combustion dans l'oxygène ; la seconde, le travail qui résulte de la combustion dans le corps, combustion qui est incomplète pour les substances azotées, puisque l'urée qui s'élimine peut encore brûler.

Pommes de terre	429	422
Bœuf maigre	664	604
Farine	1669	1627
Beurre	3077	3077
Sucre en pains	1418	1418
Huile de foie de morue	3857	
Farine de pois	1667	1598
Farine de riz	1615	1591
Arrow-root	1657	1657
Mie de pain (non séchée)	945	910
Veau maigre	556	496
Jaune d'œuf	1449	1400
Choux	184	178
Cacao	2911	2902
Fromage (Cheshire)	1969	1846

On voit que les matières grasses sont celles qui, à poids égal, renferment le plus « d'énergie potentielle, » et il est remarquable que l'huile de foie de morue, dont la réputation médicale est depuis si longtemps établie, occupe le premier rang.

Sans méconnaître la grande portée des expériences

chimico-physiologiques de MM. Frankland, Fick et Wislicenus, on pourrait, ce me semble, entreprendre des essais plus exclusivement physiologiques, dans le but de voir si ce sont les substances azotées qui contribuent surtout à permettre à l'organisme une forte dépense de travail. Les ascensions de montagne se prêtent le mieux à ce genre d'observations. Il faudrait qu'une même personne s'astreignît à faire à plusieurs reprises une même ascension, un travail constant, par conséquent, en variant la nourriture et en prenant tantôt une alimentation exclusivement azotée et tantôt une autre qui ne contînt pas d'azote. Ce régime spécial devrait être suivi exclusivement durant un ou deux jours avant le moment où le travail serait dépensé. Il serait intéressant de constater si le travail musculaire produit s'accompagnerait de plus ou moins de fatigue suivant le régime qui l'aurait précédé.

L. Dufour.

NOTE

SUR LE

TERRAIN TRIASIQUE DE LA SAVOIE

PAR

M. Alph. FAVRE

SUIVIE

D'UNE LETTRE DE M. Ch. LORY SUR LE MÊME SUJET.

Depuis que le terrain triasique a été reconnu en Savoie, on a constaté à quel point la composition en est compliquée ; on peut même remarquer que, dans la partie septentrionale de ce pays, il offre des caractères différents de ceux de la partie méridionale. L'étude qui a pour but de subdiviser ce terrain en différents étages a passé par des phases à peu près analogues à celles de l'histoire de la plupart des terrains de sédiment, et en particulier à celle de l'histoire du terrain néocomien. En faisant ressortir les caractères communs à un certain nombre d'assises situées en haut, au centre ou en bas de la série néocomienne, on a reconnu peu à peu les divers étages de ce terrain crétacé. Mais, dans ce dernier, les caractères principaux sont fournis par des fossiles, tandis que les êtres organisés manquent presque complétement dans le terrain triasique des Alpes, ce n'est donc que par les caractères minéralogiques des roches et par leur superposition qu'on a pu arriver à fixer la position relative des divers étages triasiques. On sait combien il est difficile de se servir dans

les Alpes de ces deux caractères, car le premier peut varier d'un point à l'autre, et le second a souvent conduit à des conclusions erronées. Malgré les difficultés qui entourent ce sujet, je suis arrivé à établir la coupe suivante pour l'ensemble du terrain triasique. Elle est le résultat d'études faites sur place, combinées avec les faits acquis à la science par MM. Lory, Vallet et Pillet. On déduit cette section d'ensemble de coupes prises dans trois localités différentes ; la première est celle de Matringe [1], dans la vallée du Giffre, à l'est de la vallée de l'Arve ; la seconde est celle de Villarly [2], non loin de St-Jean de Belleville, au sud-ouest de Moûtiers en Tarantaise ; la troisième est celle du ravin d'Aussois [3], près du fort de l'Esseillon en Maurienne. Ces localités sont dans le nord, dans le centre et dans le sud de la Savoie.

Les couches comprises dans la coupe que je vais donner se trouvent en maints endroits de la Savoie, mais ces trois localités me paraissent suffisantes pour faire connaître les différents étages du terrain triasique ; ils se succèdent dans l'ordre suivant, en commençant par la partie supérieure.

Au-dessous de l'infra-lias, visible à Matringe et à Villarly, on trouve :

1° Les argiles et les marnes rouges, également visibles dans ces deux localités.

2° La première couche de cargneule et de gypse, qui se montre aussi à Matringe et à Villarly.

[1] Décrite dans un mémoire sur les Terrains liasique et keupérien de la Savoie, 1859.

[2] Donnée par M. Lory. (*Bulletin de la Société géol. de France*, 1866, tome XXIII, p. 480.

[3] *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1861, tome XII, p. 154.

3° Les schistes lustrés et les calcaires micacés de Villarly et du ravin d'Aussois.

4° La seconde couche de cargneule et de gypse, visible au ravin d'Aussois.

5° Le calcaire noirâtre de l'Esseillon, qui se voit dans le ravin d'Aussois et au fort de l'Esseillon.

6° Le quartzite et le grès siliceux de l'Esseillon. Dans d'autres localités, il y a souvent à la surface de ces dernières roches un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, qui est en général distinct du quartzite et qui peut, je crois, être regardé comme un étage spécial.

Après avoir formulé de cette manière l'ensemble du terrain triasique, j'eus le désir de soumettre mon travail à l'examen de M. le professeur Lory, de Grenoble, qui, en fait de géologie alpine, est, comme on le sait, un juge fort compétent. Ce savant distingué a eu l'obligeance de m'adresser la lettre suivante, dans laquelle on verra que, malgré les différences inhérentes à des travaux complétement indépendants les uns des autres, les résultats que nous avons obtenus, sont à peu près les mêmes. Une de ces différences se rapporte à la cargneule et au gypse, que M. Lory regarde comme formant des amas subordonnés, tandis que ces roches me paraissent être disposées en véritables couches dont les affleurements se montrent sur de très-grandes étendues. Quoi qu'il en soit, voici la lettre remarquable que M. Lory a bien voulu m'adresser :

LETTRE DE M. LORY,

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble,

à M. Alph. FAVRE.

Grenoble, le 8 avril 1867.

Monsieur,

Les difficultés que l'on rencontre pour établir une coupe générale du terrain triasique de la Savoie se sont présentées aussi à ma pensée, bien des fois, dans les études que j'ai faites de ce terrain en Dauphiné, en Savoie, et sur le versant piémontais. Si, au lieu des trois coupes que vous mettez en regard, on essaye d'en comparer un plus grand nombre, l'inconstance des subdivisions de ce terrain devient de plus en plus évidente. Il n'est aucune des assises qui ne soit sujette à s'amincir excessivement et à disparaître sur une foule de points, même près de ceux où elle atteint son maximum de développement. Ainsi, pour en citer quelques exemples : le groupe des *grès* et *quartzites,* dont la plus grande puissance me paraît être au sommet de la vallée de Névache, un peu à l'ouest du Mont-Thabor, reste encore assez puissant à Modane, à l'Esseillon, au Petit-Mont-Cenis, disparaît complétement à la descente du Mont-Cenis, au plan St-Nicolas, reparaît rudimentaire à Novalaise et à Jaillon, puis, bien développé *par places,* à Chaumont, Exilles, Oulx, à Corbelay, en aval de Suze, etc. ; assez épais entre Naves et la Grande-Maison, mince, rudimentaire ou nul autour d'Arêche, de Beaufort et d'Hauteluce, très-puissant, un peu plus à l'est, dans la crête du Grand-Fond et au Chapiu; mince de nouveau à Courmayeur, etc.

Quant au *calcaire de l'Esseillon,* je n'en connais, jusqu'à présent, aucun équivalent en Dauphiné; mince à Modane, il est très-épais à l'Esseillon et au Petit-Mont-Cenis; rudimentaire au plan St-Nicolas, nul à Novalaise, mince à Jaillon, médiocrement épais à Chaumont, à Salbertrand, mince à Savoulx; et d'autre part très-développé, avec une structure habituellement cristalline, en aval de Suse, des deux côtés de la Doire. En Tarantaise, je lui reconnais pour équivalents les dolomies de Salins et les calcaires cristallins du Détroit du Ciex, qui se retrouvent, très-minces au Bois et au col du Cormet, manquent, dans l'intervalle, au pied ouest du signal de Naves, tandis qu'ils sont très-puissants sur l'autre versant de la même crête, descendant vers Montgirod et Villette. Je les retrouve encore très-développés dans la chaîne du Fond (Pierre-Menta), au Chapiu, aux aiguilles calcaires de l'Allée-Blanche et de nouveau rudimentaires à Courmayeur. Sur divers points, leur développement peut sembler, au premier abord, en raison inverse de celui des gypses inférieurs; mais il n'y a rien de fixe à cet égard, puisque ces gypses inférieurs n'offrent nulle part plus d'épaisseur qu'à Aussois, à Bramans et au Petit-Mont-Cenis. Malgré l'inconstance de leur développement, ces calcaires me paraissent assez bien définis par leur position, immédiatement au-dessus des *quartzites,* et par leurs caractères minéralogiques spéciaux, pour être classés comme *étage à part* dans la coupe générale du trias alpin, avec tout autant de droit que les calcaires à Caprotines, par exemple, dans la coupe générale des terrains crétacés de nos chaînes extérieures.

Mais quant aux *gypses* et aux *cargneules* qui leur sont associées, il me semble qu'ils ne doivent figurer dans la

coupe générale de la série triasique que comme des *amas subordonnés* et non comme des *assises* d'une position stratigraphique définie. Dès lors je ne vois aucune difficulté à ce qu'ils manquent en beaucoup d'endroits ou se trouvent intercalés à divers niveaux dans la série : ceux du Queyras, du Mont-Genèvre, de la Roue, de Villarly, du Petit-Saint-Bernard, etc., à la partie supérieure des *schistes lustrés;* ceux du Grand-Mont-Cenis, dans l'épaisseur même des schistes lustrés, plus près de leur base que de leur partie supérieure; ceux du Petit-Mont-Cenis, de Bramans, de l'Esseillon, de Modane, de Courmayeur, etc., au-dessous des schistes lustrés, souvent en contact immédiat avec les calcaires magnésiens inférieurs. Quelquefois même on en voit alterner avec les grès ou quartzites, comme cela s'est présenté dans la percée du tunnel des Alpes, et comme cela se voit aussi à la Ferrière d'Allevard. C'est ainsi, d'ailleurs, que, dans le trias type de l'Allemagne, on rencontre des gypses, en *amas* ou couches locales subordonnées, aux niveaux géologiques les plus différents, dans les trois étages classiques de la série. La formation de ces dépôts chimiques spéciaux dépendait de conditions qui ne se sont pas réalisées uniformément, ni dans le temps, ni dans l'espace. Il en est de même pour les minerais de fer intercalés dans les divers étages jurassiques, etc.

Sans doute, on ne peut manquer d'être frappé de la différence considérable qui existe entre le *trias* très-mince et souvent rudimentaire de la zone alpine la plus occidentale et le *trias* beaucoup plus épais des zones intérieures : l'apparition brusque et la puissance énorme des *schistes lustrés,* tels qu'ils sont dans les massifs du Petit-Saint-Bernard, de l'Iseran, du Mont-Cenis, du Queyras, etc.,

est un fait des plus remarquables. Mais il y a des exemples analogues pour plusieurs autres terrains des Alpes, comme je l'ai fait observer à la réunion de la Société géologique, en 1861 (séance du 10 septembre); et j'ai essayé de montrer depuis comment ces variations du *trias* (aussi bien que celles du *terrain houiller* et du *lias*) étaient en relation intime avec les traits fondamentaux de la structure orographique des Alpes (*Bull. de la Soc. géol.*, t. 23, p. 482 et suiv.), qui étaient déjà esquissés à l'époque de ce dépôt et déterminaient des différences brusques de profondeur dans le bassin où il se formait.

Le *trias* de la *zone occidentale* (comme le terrain houiller de la même zone) est une formation mince, atrophiée, généralement incomplète; je ne sais s'il est possible d'en établir une coupe détaillée un peu constante. Vous proposez de placer en tête de la série, immédiatement au-dessous de l'*infra-lias,* la couche rouge de Matringe et de Taninge et, sur la même ligne, le schiste argileux rouge (ou vert, ou noir) de Villarly. Mais dans toutes les autres coupes que vous avez données dans votre beau travail, en 1859, il semble que les schistes analogues à ce dernier seraient, au contraire, au-dessous des gypses [1]. Le schiste rouge de Villarly se continue, au toit du gypse, par le vallon de Nantbrun jusqu'au delà de Saint-Jean-de-Maurienne; mais à Saint-Michel, au *Pas-du-Roc,* il n'y a plus que quelques feuillets argileux rouges ou verts, alternant avec des dolomies compactes. Dans le Dauphiné,

[1] En effet le schiste rouge de Villarly me paraît être sur le même horizon que les marnes rouges de Matringe, parce que tous deux sont immédiatement au-dessous de l'infra-lias : il est différent du schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, lequel est au-dessous des cargneules et des gypses. A. F.

par exemple à Vizille et à Champ, le toit du gypse, au-dessous de l'*infra-lias,* est formé par des dolomies compactes; le type des schistes argileux rouges ou verts n'existe plus ou n'est représenté çà et là que par des feuillets insignifiants. Ces argiles vertes, rouges, etc., de même que les dolomies et les cargneules, sont de ces roches qui accompagnent les amas gypseux dans tous les terrains, et je crois que, pas plus que le gypse lui-même, elles ne peuvent figurer à une place bien déterminée dans une coupe générale.

En définitive, je crois que c'est dans le plein développement de notre *trias alpin* qu'il faut chercher les types des divisions à y établir, et je trouve alors à y distinguer tout d'abord :

1° Un étage *inférieur*, celui des *grès quartzeux blancs* ou *bigarrés,* passant au *quartzite ;* ce n'est que rarement, à ma connaissance, que ces grès renferment des couches intercalées de calcaires magnésiens (val d'Anniviers), d'anhydrite (tunnel de Modane) ou de gypse (la Ferrière d'Allevard).

2° Un étage *supérieur,* dans lequel je comprendrais tout l'ensemble des *schistes lustrés,* avec les *brèches* triasiques de la Tarantaise, des assises de *calcaires* plus ou moins *micacés* (Châtel, près Bramans; Pralognan; Bourg-Saint-Maurice: Petit-Saint-Bernard; bases du Cramont, au-dessus des gypses de Courmayeur; val Ferret, etc.); et les *amas* d'*anhydrite,* de *gypse,* accompagnés de *sel,* de *dolomies,* de *cargneules,* de schistes argileux diversement colorés, intercalés à différents niveaux dans ce grand étage des *schistes lustrés,* ou à sa base, ou à sa partie supérieure. Je citerai encore comme dépendance locale du même étage, d'après les observations que j'ai pu faire au

mois d'août dernier, une petite assise de grès avec mauvaise *anthracite,* que l'on a essayé d'exploiter au nord et au sud de Courmayeur : elle est placée *au-dessous* des *gypses,* mais au-dessus des calcaires magnésiens inférieurs et des quartzites. Ce charbon triasique correspond très-bien à celui de la Ferrière d'Allevard ; tous deux, avec celui que vous avez signalé à Féterne, à un niveau géologique supérieur, ajoutent un nouveau trait d'analogie de notre trias alpin avec celui des contrées classiques.

Ces deux étages, inférieur et supérieur, indépendants l'un de l'autre quant à leur développement, présentent des analogies évidentes, l'un avec le *grès bigarré,* l'autre avec le *keuper* de la série classique. De même que ceux-ci, ils sont souvent superposés, sans intermédiaire ; d'autres fois, ils sont séparés par un groupe calcaire dont la position serait, dès lors, comparable à celle du *Muschelkalk,* et qui renferme sur certains points, au Chapiu et à l'Esseillon, des coquilles marines, malheureusement fort rares et non encore déterminées. Ce fait, unique dans la série *triasique* de nos Alpes, joint à la position bien définie de cette assise calcaire, me paraît lui assigner une importance spéciale et lui mériter d'être élevée au rang d'*étage,* malgré son absence fréquente et l'inconstance de son développement, qui, du reste, se remarquent au même degré pour le muschelkalk, considéré dans l'ensemble de la formation triasique.

Ce serait, pour moi, l'*étage moyen,* celui des *calcaires magnésiens,* assez généralement caractérisés par la présence de cristaux d'*albite* de l'Esseillon et du Bourget, près Modane, de Salins, du Bois et du Détroit du Ciex, près Moutiers, du Chapiu, de l'Allée-Blanche, de Suse, etc. Il serait peut-être rationnel d'y réunir certains *gypses*

placés entre ces calcaires et les *schistes lustrés*, comme à Bramans, etc. ; toutefois, c'est un détail sur la convenance duquel des études locales très-précises pourront seules nous éclairer un jour. Pour le moment, je classe tous ces gypses dans l'*étage supérieur.*

C'est d'après cela que, dans la carte du Briançonnais, puis dans celles de la Maurienne et de la Tarantaise et de la Savoie méridionale, j'ai adopté les notations suivantes :

1° Une première teinte pour l'*étage inférieur*, celui des *grès* et *quartzites.*

2° Une deuxième teinte pour l'*étage moyen*, celui des *calcaires de l'Esseillon*, de Suse, du Détroit du Ciex, du Chapiu, etc.

3° Une troisième teinte pour l'*étage supérieur*, celui des *schistes lustrés*, avec couches subordonnées de brèches, de calcaires, amas de gypse, cargneules, etc.

4° Une teinte spéciale pour représenter ces amas de *gypse* ou d'*anhydrite*, avec les *cargneules* et les schistes spéciaux, souvent bariolés, verts ou rouges, etc., qui les accompagnent toujours, à quelque niveau qu'ils soient intercalés.

Dans la *zone occidentale*, où le trias est généralement très-réduit et incomplet, je ne mets la teinte des *grès* et *quartzites* que sur les points où ces roches offrent un développement notable et bien distinct, par exemple à Allevard ; celle des *gypses* que là où ils forment des amas un peu importants, eu égard à l'échelle de la carte ; et partout ailleurs je représente l'ensemble de ce trias peu développé par une teinte générale unique.

Telles sont les conséquences que je crois pouvoir tirer de mes études, du Mont-Viso jusqu'en Valais, depuis que

vos beaux travaux sur le trias du nord de la Savoie ont si bien démontré l'existence de ce terrain, et que les gisements d'infra-lias, découverts en Maurienne et en Tarantaise par M. Vallet, ont fourni des points de repère bien nets pour le séparer d'avec le lias dans ces pays si difficiles.

Je serais très-heureux, Monsieur, que ces renseignements pussent vous être utiles. S'il vous paraissait de quelque intérêt d'en faire un extrait pour les *Archives des Sciences physiques et naturelles,* je vous en serais très-reconnaissant.

Veuillez agréer, etc.

Ch. Lory.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

A. BECQUEREL père. DE L'INFLUENCE DES ACTIONS CAPILLAIRES SUR LES ACTIONS CHIMIQUES.

Il existe actuellement dans les sciences physiques une tendance bien prononcée qui, chaque jour, fait de nouveaux progrès. C'est celle qui consiste à faire disparaître graduellement les différences qu'une méthode plus commode qu'exacte, avait constamment cherché à établir entre les diverses branches de ces sciences. C'est d'abord les différentes parties de la physique qui, regardées comme parfaitement distinctes, tendent maintenant à se fondre les unes dans les autres; puis c'est la physique elle-même tout entière qui semble devoir rentrer dans la mécanique. Enfin, voilà l'affinité chimique qu'on cherche à ramener, par des travaux de divers genres, au rôle d'une force physique. Tandis que les belles recherches de M. Henri Deville, en démontrant l'influence d'une température plus ou moins élevée sur le résultat des combinaisons, conduisent à rapprocher les effets de l'affinité de ceux de la fusion et de la solidification des corps, les travaux non moins importants de M. Graham sur la dialyse établissent entre ce qu'on appelle l'attraction moléculaire physique et l'attraction soit affinité chimique, des rapports tout à fait intimes.

Ces réflexions nous sont suggérées par la communication intéressante que M. Becquerel père a faite à l'Académie des Sciences de Paris, dans sa séance du 13 mai dernier. Ce savant, aussi sagace qu'infatigable, a réussi à constater des effets chimiques curieux dus à la simple action capillaire. Nous trouvons dans l'*Institut* du 15 mai un compte rendu très-bien fait

de cette communication, que M. Becquerel a faite verbalement; nous nous empressons de la reproduire. (A. D. L. R.)

« Voici, dit M. Becquerel, le fait qui m'a servi de point de départ dans mes recherches : j'avais préparé un appareil électro-chimique devant fonctionner pendant un certain temps et dans lequel se trouvait un tube de verre d'un centimètre environ de diamètre et fermé par en bas avec du plâtre. Ce tube, qui contenait une dissolution de sulfate de cuivre, plongeait dans une dissolution saturée de monosulfure de sodium ; peu de jours après qu'il eut commencé à fonctionner, le tube se fendit dans la partie adhérente au plâtre et un peu au-dessus ; il en résulta une fêlure très-étroite par laquelle s'est introduite lentement la dissolution de monosulfure dans celle du sulfate de cuivre qui se trouvait dans le tube, sans qu'il en sortît de celle-ci. La dissolution de monosulfure s'est répandue sur la paroi intérieure du tube et a réagi sur le sulfate, en produisant une couche excessivement mince de sulfure de cuivre adhérant au verre, couche ayant un aspect métallique et présentant la couleur des lames minces de Newton.

« Il était bien évident que l'action capillaire avait dû intervenir dans la production de l'effet dont on vient de parler. D'un autre côté, j'avais remarqué que lorsqu'un tube fermé par une de ses extrémités avec du plâtre contenant de l'acide nitrique ordinaire plongeait dans une dissolution d'iodure de potassium, l'acide filtrait très-lentement au travers du plâtre, réagissait sur l'iodure, le décomposait, isolait l'iode, qui cristallisait en aiguilles de 4 à 5 millimètres de longueur : je pensai alors que tous les liquides, de même que les gaz, comme on l'a reconnu à l'égard de l'hydrogène, ne jouissaient pas au même degré de la propriété de traverser les fissures des corps, qu'il y en avait même qui en étaient privés et que cette propriété ne paraissait pas avoir de rapport avec celle qui constitue l'endosmose et la dialyse.

« Telles sont les données qui m'ont servi de bases pour entreprendre les expériences dont je vais parler.

« Les tubes fêlés qui m'ont servi sont préparés comme il suit : on trace sur ces tubes légèrement avec un diamant des lignes longitudinales, puis on applique en un point quelconque l'extrémité d'un petit tube chauffé au rouge-blanc; aussitôt la fissure se forme; mais il faut le retirer de suite afin que la fente ne s'élargisse pas trop; il faut qu'elle soit très-étroite; il est presque impossible de déterminer l'épaisseur, si ce n'est dans les cas où elle présente les couleurs des anneaux colorés. Cette épaisseur est souvent au-dessous de celle qui correspond au diamètre des tubes capillaires ordinaires. Il arrive quelquefois que les fentes sont tellement étroites que les effets dont il va être question ne peuvent avoir lieu : dans ce cas on essaie d'autres tubes; j'indique dans mon mémoire un procédé à l'aide duquel on reconnaît ceux qui peuvent être utilisés.

« On a d'abord rempli un tube de verre fermé par un bout, et préparé comme il vient d'être dit, d'une dissolution assez concentrée de nitrate de cuivre, puis on a introduit ce tube dans une éprouvette contenant une dissolution également concentrée de monosulfure de sodium, dont le niveau était le même. Que devait-il se produire, d'après la notion que nous possédons sur le mélange de ces deux dissolutions, qui devait avoir lieu au travers de fentes très-étroites? Du sulfure noir de cuivre et du nitrate de soude; mais il n'en a pas été ainsi : quelques heures après la préparation, on a commencé à apercevoir dans les fentes un dépôt très-brillant de cuivre métallique, ayant l'aspect cristallin; peu à peu le dépôt a augmenté, la fêlure est devenue plus grande, et le tube a fini par éclater; on a pu en retirer des petites baguettes de cuivre. Je dois ajouter que le dépôt cristallin s'est effectué non pas seulement dans la fente, mais encore sur la surface intérieure du tube, et rien ne s'est produit sur la surface extérieure dans la partie en contact avec le monosulfure. On

a paré à la rupture en cerclant en trois points les tubes, avec un fil très-fort enduit de cire jaune quand il n'était pas attaqué par le liquide ambiant, et avec un fil de platine quand la nature de la dissolution l'exigeait.

« Avec des dissolutions étendues, les effets ont été les mêmes, mais moins rapides.

« Dans ces expériences, il est bien évident que la dissolution de nitrate de cuivre n'est pas sortie du tube et que celle du monosulfure n'y est pas entrée, sans quoi les effets auraient été tout autres ; l'action a donc dû se produire d'abord dans la fente excessivement étroite du tube, puis sur la paroi intérieure du tube qui contenait le nitrate.

« On obtient également le dépôt de cuivre avec les dissolutions de sulfate, de chlorure et d'acétate de cuivre, mais il est moins abondant et il se produit quelquefois avec le sulfate des effets remarquables qui dépendent probablement de la grandeur de la fissure. La dissolution de monosulfure pénètre peu à peu dans le tube ; tantôt il se forme un dépôt de sulfure adhérant à la surface, ayant un aspect métallique et présentant les couleurs des lames minces ; tantôt le monosulfure se répand dans l'intérieur de la dissolution de nitrate et y forme de nombreuses stalactites de sulfure de cuivre ayant un aspect cristallin. On aperçoit même des dendrites de cuivre métallique dans les fentes ; avec une dissolution concentrée de chlorure de cuivre, les effets sont souvent remarquables, quoique beaucoup plus lents à se produire, et quelquefois ils sont tout autres et inattendus ; dans ce cas-ci il se forme sur la paroi intérieure du tube contenant le chlorure un précipité blanc de cuivre non analysé encore, lequel est décomposé peu à peu, en donnant du cuivre métallique tapissant la paroi à partir de la fente ; c'est de cette dernière qu'émane l'action réductive.

« L'acétate de cuivre n'a rien présenté de particulier en dehors.

« Désirant remonter à la cause des effets produits et voir

si le monosulfure de sodium n'agissait pas comme désoxydant par rapport au nitrate de cuivre, on l'a remplacé successivement par l'acide oxalique, par le sulfate de protoxyde de fer. Les résultats ont été nuls avec l'acide oxalique; la dissolution de nitrate filtrait dans l'éprouvette.

« En opérant avec une dissolution peu étendue de potasse caustique, les effets de réduction ont été nuls.

« En se bornant à mettre de l'eau dans l'éprouvette et du nitrate de cuivre dans le tube, le nitrate a été décomposé en nitrate basique et en acide nitrique.

« Une dissolution saturée de nitrate d'argent, substituée à celle de nitrate de cuivre, a donné avec le monosulfure de sodium des résultats remarquables. Il s'est déposé une assez grande quantité de sulfure d'argent ayant un aspect cristallin à l'extérieur et dans la fêlure, ce qui a permis le dépôt d'une grande quantité de sulfure; au delà, sur la paroi intérieure du tube, il s'est déposé de l'argent métallique très-brillant, en plaques, en même temps qu'il s'est formé des filaments d'argent métallique très-déliés et très-brillants, entrelacés les uns dans les autres, et qui tombaient de temps à autre au fond du tube.

« Les dissolutions de zinc et de plomb paraissent résister longtemps ainsi que celle de platine; la dissolution de chlorhydrate de chlorure d'étain est décomposée avec dépôt d'étain dans la fissure.

« Le chlorure de nickel paraît être décomposé, autant que l'on peut en juger par la présence de très-petites parties déposées dans les fêlures, mais l'action est très-faible, comparée à celle qu'éprouvent les sels d'argent et de cuivre.

« La nature des vases exerce-t-elle une influence sur les produits formés? On ne saurait le dire encore. En soumettant à l'expérience le nitrate de cuivre dans un diaphragme de porcelaine dégourdie, placé dans une dissolution de monosulfure de sodium, il s'est formé simplement du sulfure noir de cuivre, sans trace de cuivre métallique ni sur la paroi in-

térieure du diaphragme, ni dans l'épaisseur, comme on s'en est assuré en le brisant. Il pourrait se faire que les interstices du diaphragme n'eussent pas une capillarité suffisante pour la production des effets précédemment décrits.

« Dans un autre mémoire, M. Becquerel fera connaître les résultats que donnent les sulfures terreux, en présence des sels métalliques, et les produits que l'on obtient en soumettant à l'action capillaire d'autres dissolutions. Il annonce qu'il exposera en même temps la théorie qui, suivant lui, permet d'expliquer les effets dont il s'agit, en s'appuyant sur l'action réductive des sulfures et l'action chimique de l'électricité dégagée dans la réaction. »

Wheatstone. Accroissement du pouvoir d'un aimant par la réaction sur lui des courants induits par l'aimant lui-même. (*Proceedings of the Royal Society*, 1867.)

La transformation du mouvement mécanique en magnétisme et en électricité a fait dernièrement de grands pas. La machine de Holtz, dans laquelle deux disques minces de verre très-rapprochés, tournant l'un au-dessus de l'autre en sens inverse, finit par produire une grande quantité d'électricité, pourvu qu'on ait eu soin de l'amorcer par une très-faible dose d'électricité, est un des cas les plus curieux de cette transformation. M. Siemens à Berlin et M. Wheatstone à Londres ont également réussi à produire avec un fer doux qui a conservé une légère trace de magnétisme, au moyen d'une accumulation de l'action inductive due au mouvement, des effets magnétiques, et par conséquent électriques, d'une puissance considérable. Nous nous bornons aujourd'hui à exposer le procédé de M. Wheatstone; nous reviendrons plus tard sur celui de Siemens.

Les machines magnéto-électriques ordinaires doivent leur puissance à un aimant permanent ou à un électro-aimant aimanté par un courant électrique. La découverte de M. Wheat-

stone consiste à montrer qu'un électro-aimant peut devenir un puissant aimant par l'augmentation graduelle des courants induits dont il est lui-même l'origine, pourvu qu'il possède au début une légère polarité, aussi faible qu'on voudra. Voici maintenant la description de l'appareil destiné à réaliser l'idée du savant physicien anglais.

Le noyau de l'électro-aimant est une pièce de fer doux de 15 pouces de longueur sur un demi-pouce de largeur, ayant la forme d'un fer à cheval. Un fil de cuivre isolé, de 640 pieds de longueur et d'un douzième de pouce de diamètre, est enroulé autour de la pièce de fer. L'armature, construite suivant le système ingénieux de Siemens, consiste dans un cylindre de fer doux tournant sur son axe de 8 $^1/_2$ pouces de largeur, sillonné de rainures à ses deux extrémités, de manière à permettre à un fil semblable à celui de l'électro-aimant d'être enroulé autour de lui longitudinalement; la longueur du fil ainsi enroulé est de 80 pieds.

Une fois l'électro-aimant mis en activité par un courant électrique dont la direction demeure constante, des courants induits, dont le sens change à chaque demi-révolution, sont développés dans le fil de l'armature qu'on met en rotation. Un commutateur imprime la même direction à tous ces courants, qu'on fait aboutir à un circuit quelconque. Si, sans rien changer au circuit, on supprime le courant de l'électro-aimant, tout en continuant à faire tourner l'armature, on trouve, en interposant un galvanomètre dans le circuit induit, qu'il y a encore un effet, mais très-faible. L'intensité de cet effet dépend de la proportion du magnétisme qu'a laissée dans l'électro-aimant le courant dont l'action a cessé; mais toutefois cette proportion n'est jamais bien considérable.

Maintenant, si l'on joint ensemble les extrémités des fils de l'armature et de l'électro-aimant de manière qu'ils ne forment qu'un seul circuit, circuit dans lequel les courants engendrés dans le fil de l'armature, après avoir tous reçu la même direction, circulent dans le fil de l'électro-aimant de

manière à augmenter sa polarité, des résultats très-différents sont alors obtenus. La force nécessaire pour faire tourner l'armature devient très-grande, ce qui indique un grand accroissement dans le pouvoir magnétique de l'électro-aimant; en même temps, la présence dans le fil d'un courant très-énergique est manifestée dans le fil par l'action que ce courant exerce sur un galvanomètre, par l'incandescence à laquelle il porte un fil de platine de 4 pouces de longueur et d'un quinzième de pouce environ de diamètre, par la décomposition de l'eau qu'il opère, etc.

Voici maintenant comment les choses se passent: L'électro-aimant conserve toujours un peu de magnétisme rémanent; il est donc dans la condition où serait un faible aimant permanent. Ce léger magnétisme détermine dans le fil de l'armature mise en rotation, de faibles courants induits alternativement de sens contraire, auxquels un commutateur imprime la même direction, et qu'on conduit dans le fil de l'électro-aimant dont ils augmentent ainsi la puissance magnétique. L'électro-aimant ayant ainsi acquis un accroissement de force, détermine à son tour des courants plus énergiques dans le fil de l'armature, et ces renforcements mutuels continuent à avoir lieu jusqu'au moment où ils atteignent un maximum qui dépend de la rapidité du mouvement et de la capacité de l'électro-aimant.

Il est inutile de remarquer que, si les courants induits ramenés à la même direction traversent le fil de l'électro-aimant dans un sens qui lui donnerait une polarité contraire à celle qu'il possédait primitivement, il n'y aurait aucun effet. Il est également facile de prouver que la cause déterminante du phénomène est le magnétisme émanant de l'électro-aimant, car la direction des puissants courants ainsi produits s'accorde toujours avec le sens de la polarité de l'électro-aimant.

Un fait important qui mérite d'être signalé, est celui-ci: savoir que c'est au moment même où le circuit combiné de

l'armature et de l'électro-aimant vient d'être formé, que les effets les plus énergiques se manifestent, tandis qu'ils s'affaiblissent après. Ainsi c'est dans ce premier moment que la machine, ayant été mise en mouvement, le courant porta au rouge blanc une longueur de 4 pouces de platine placée dans le circuit. Immédiatement après, il n'y avait plus qu'une longueur d'un pouce qui pût être maintenue à cet état d'incandescence. Cette diminution d'effet était accompagnée d'un accroissement considérable dans la résistance de la machine : elle provenait de la nécessité qu'il y aurait eu d'appliquer une force plus considérable pour conserver à la machine le mouvement qu'au premier moment la force employée avait suffi à lui imprimer.

Par contre, on obtient un accroissement très-remarquable dans l'intensité des effets, accompagné d'une diminution dans la résistance de la machine, quand on dérive, au moyen d'un fil placé en travers, une proportion notable du courant de l'électro-aimant. On peut expliquer ce résultat de la manière suivante : Lors même qu'une partie du courant est dérivée par le fil placé transversalement, le pouvoir magnétique continue à s'accroître, mais dans un moindre degré : d'un autre côté, le courant engendré par l'armature ne traversant plus que le fil additionnel et celui de l'armature, rencontre une moindre résistance que lorsqu'il passait à la fois à travers le fil de l'armature et celui de l'électro-aimant. Ainsi, quoique la force électro-motrice soit moindre, comme la résistance a diminué dans une proportion plus considérable, les effets produits sont plus intenses. Il faut, pour que ces effets atteignent leur maximum, un certain degré de résistance dans le fil transversal. Si la résistance est trop faible, la partie du courant qui n'étant pas dérivée continue à traverser le fil de l'électro-aimant, n'est plus assez considérable pour produire dans cet électro-aimant un magnétisme suffisant ; si la résistance est trop forte, elle contre-balance et au delà l'effet d'un magnétisme plus énergique. Lorsqu'on place le

fil fin de platine sur la route du courant qui traverse le fil transversal de dérivation, les effets sont bien plus forts que lorsque ce fil de platine est placé dans le circuit même du fil de l'électro-aimant. En effet, toutes les autres conditions restant les mêmes, le fil devient incandescent sur une longueur de 7 pouces au lieu de l'être sur une longueur de 4 seulement.

Dans toutes ces expériences, il fallait la force de deux hommes pour mettre la machine en mouvement. Quand il n'y avait pas de résistance extérieure dans le fil de l'électro-aimant, et que le fil transversal de dérivation n'avait que quelques pieds de longueur, l'intensité du courant dans le premier fil était à celle du second comme 1 est à 60.

Nous en avons assez dit pour faire comprendre l'importance de ces phénomènes, sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir en parlant de l'appareil de Siemens, qui diffère en quelques points essentiels de celui de Wheatstone.

H. Fizeau. Sur la propriété que possède l'iodure d'argent de se contracter par la chaleur et de se dilater par le froid. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXIV, p. 314, 25 février 1867.)

Dans ses recherches sur la dilatation des corps solides par la chaleur, M. Fizeau a reconnu que les corps qui forment le groupe des chlorures, des bromures et des iodures métalliques, offrent ce caractère commun d'éprouver un accroissement de volume considérable par la chaleur, accroissement qui est même supérieur à celui des métaux les plus dilatables, comme le zinc et le plomb, et qui s'éloigne peu de celui de l'acide arsénieux.

Cependant, l'iodure d'argent se sépare, à ce point de vue, de la manière la plus tranchée de tous ses congénères : non-seulement il ne possède pas leur grande dilatabilité, mais, contraste inattendu, il est doué de la propriété de se contrac-

ter lorsque la température s'élève et de se dilater lorsqu'elle s'abaisse; le phénomène restant toujours parfaitement régulier et continu entre les limites de température de —10 et +70°. Il convient de faire remarquer que l'iodure d'argent n'est fusible que vers 400°, en sorte que les effets en question ne peuvent être attribués aux irrégularités qui pourraient se produire dans le voisinage de la température correspondant au changement d'état de la substance. Les effets sont d'ailleurs bien constants et exactement inverses l'un de l'autre pendant l'échauffement et le refroidissement. A mesure que la température s'élève entre les limites de —10 et +70°, la valeur numérique du coefficient augmente notablement, en sorte que la contraction s'accroît de plus en plus.

Les expériences ont été faites sur de l'iodure d'argent fondu et sur des cristaux obtenus par M. H. Deville en plongeant une lame d'argent dans une dissolution iodhydrique d'iodure d'argent. L'iodure fondu, au degré moyen de $\theta=40°$, a un coefficient négatif de dilatation linéaire pour $1° = \alpha^{\text{lin.}}_{\theta=40°} = -0{,}00000139$. La variation du coefficient $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -1.4.$

Les phénomènes sont les mêmes, que l'iodure ait été ou non récemment fondu.

Quant à l'iodure cristallisé, il a donné les résultats suivants :

1° Suivant la direction de l'axe du cristal (qui appartient au système hexagonal), on observe une contraction par la chaleur très-considérable, et un accroissement très-marqué du phénomène avec l'élévation de la température.

Huit observations ont donné suivant l'axe :

$$\alpha_{\theta=40°} = -0{,}00000396.6 \; \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -4{,}27.$$

2° Normalement à l'axe cristallographique principal, on a reconnu l'existence d'une dilatation positive très-faible.

$$\alpha'_{\theta=40°} = +0{,}00000064.7 \; \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = +1{,}38.$$

De ces valeurs des deux dilatations principales, on conclut pour la dilatation linéaire moyenne du cristal :

$$\alpha''_{\theta=40^\circ} = -0{,}00000089.1 \quad \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -0{,}503.$$

En terminant, l'auteur donne les coefficients de dilatation des chlorures, bromures et iodures sur lesquels a porté son travail général.

Des recherches subséquentes (*Compte rendu* du 15 avril 1867, p. 771) ont été faites par M. Fizeau sur l'iodure d'argent amorphe, sans action sur la lumière polarisée, comprimé en une masse solide, homogène, de forme cylindrique.

Les déterminations ont été faites suivant la longueur et suivant la largeur du cylindre ; pour la première direction, elles conduisent à :

$$\alpha^{\text{lin.}}_{\theta+40^\circ} = -0{,}00000166.25 \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -2{,}01.$$

Pour la seconde, on a :

$$\alpha^{\text{lin.}}_{\theta=40^\circ} = -0{,}00000122.25 \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -1{,}38.$$

La dilatation linéaire moyenne, prise comme dans le cas d'un cristal symétrique autour d'un axe principal, se calcule des données précédentes et devient :

$$\alpha^{\text{lin.}}_{\theta=40^\circ} = -0{,}00000137 \quad \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -1{,}6$$

qui se rapproche beaucoup de celle de la substance fondue qui est $= -0{,}00000139$ et $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} = -1{,}4.$

M. D.

CHIMIE.

T.-E. THORPE. SUR LA PROPORTION D'ACIDE CARBONIQUE CONTENUE DANS L'AIR DE MER. (*The journal of the chemical Society*, avril 1867.)

Les expériences de Lewy, sur la composition de l'air de l'Océan, l'avaient conduit à des résultats assez étranges. Il

avait trouvé, en effet, que cet air était plus riche en acide carbonique que l'air des continents (4,63 au lieu de 4 en moyenne sur 10000 volumes), et que la proportion de cet acide était bien plus considérable pendant le jour que pendant la nuit (5,30 le jour et 3,46 la nuit). Mais ces analyses avaient été faites au moyen de l'eudiomètre de Regnault, par conséquent sur de très-faibles volumes d'air, tellement qu'une erreur de $^1/_{20}$ de millimètre dans la détermination de la pression correspond à une erreur de 1,5 vol. d'acide carbonique dans 10000 volumes d'air.

M. Thorpe a repris ces expériences en déterminant la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air par la méthode de Pettenkofer. Elle consiste à absorber l'acide carbonique contenu dans un volume d'air un peu considérable (4 à 7 litres), par de l'eau de baryte, et à en déterminer la proportion par la différence des quantités d'oxyde oxalique nécessaires pour neutraliser un même volume de cette eau avant et après l'absorption. Cette méthode fournit des résultats beaucoup plus exacts; on voit, en effet, dans les analyses comparatives faites par l'auteur sur le même air que les variations atteignent rarement 0,2 sur 10000 quand il a opéré sur 4 litres d'air, et 0,1 en agissant sur 7 à 8 litres.

Il a fait deux séries d'expériences: la première du 4 au 17 août 1865 en un point de la mer d'Irlande, par 54°21′ de lat. Nord et 4°11′ de long. Ouest, à peu près à égale distance des côtes d'Angleterre, d'Ecosse et d'Irlande; la seconde sur l'Atlantique, pendant les mois de février, mars et juillet 1866 dans un voyage au Brésil et pendant le retour.

Ces deux séries d'expériences ont donné des résultats parfaitement concordants et très-différents de ceux qu'avait obtenus Lewy. L'auteur les résume ainsi:

Le contact de la mer ne donne pas lieu à une augmentation de la proportion d'acide carbonique de l'air, mais à une diminution sensible.

Cette proportion est en moyenne de 3 dans 10000 volumes.

Elle ne paraît pas varier sensiblement par diverses latitudes, ni dans les diverses saisons de l'année.

Elle ne présente aucune variation diurne appréciable.

T.-E. THORPE. SUR LA PROPORTION D'ACIDE CARBONIQUE CONTENUE DANS L'ATMOSPHÈRE AU BRÉSIL PENDANT LA SAISON DES PLUIES. (Ibidem.)

Ces recherches ont été faites à Para, à l'entrée du fleuve des Amazones (lat. 1°27'S., long. 48°28'O.), pendant les mois d'avril et mai 1866. La moyenne de 31 analyses a donné pour la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air de cette contrée tropicale 3,28 volumes pour 10000. Cette proportion, sensiblement inférieure à celle qui est contenue habituellement dans l'air des continents (4 p. 10000), confirme les observations de de Saussure et de Boussingault sur l'influence des pluies pour diminuer la quantité de cet acide.

E.-TH. CHAPMAN. SUR UNE NOUVELLE SYNTHÈSE DE L'ACIDE FORMIQUE. (*Journ. of the Chem. Soc. of London*, V, 133 ou, en extrait, *Zeitschrift für Chemie*, 1867, p. 240.)

L'auteur a trouvé que le charbon peut fournir de l'acide formique par son oxydation au moyen du permanganate de potasse. Pour obtenir ce résultat, il a fait bouillir pendant plusieurs heures une dissolution de permanganate de potasse dans l'eau distillée à laquelle on avait ajouté de l'acide sulfurique en quantité suffisante pour mettre en liberté l'acide permanganique, et du noir de fumée fortement calciné. La liqueur devenue brune et qui s'éclaircissait par le repos, a donné par la distillation avec quelques gouttes d'acide sulfurique une eau incolore qui se colorait en brun quand on la chauffait avec de l'ammoniaque et du nitrate d'argent. La même expérience a été répétée avec du charbon obtenu en décomposant le sulfure de carbone et l'acide carbonique par le sodium. Le résultat s'est trouvé le même.

M. Chapman, afin d'obtenir des quantités suffisantes d'acide formique pour bien constater son identité, a préparé du noir de fumée bien débarrassé de toute matière hydrogénée et l'a traité dans plusieurs tubes de la manière qui a été dite ci-dessus, en évitant toutefois l'emploi d'un excès d'acide sulfurique, qui nuit à la formation de l'acide formique. Le produit de la distillation, neutralisé par du carbonate de baryte, s'est bien trouvé être du formiate de baryte pur.

D'après ces recherches, l'auteur regarde comme indubitable la conversion du charbon en acide formique, dans ses expériences, mais il reconnaît que son procédé est très-difficile et qu'il ne donne jamais que des traces d'acide formique.

M. D.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

C. MOESCH. DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE BRUGG, AVEC UNE CARTE AU $\frac{1}{25000}$e ET UNE SÉRIE DE PROFILS COLORIÉS.

C'est une de ces publications que la Société cantonale des sciences de Zurich, suivant un usage traditionnel qui mériterait bien d'être imité ailleurs, a l'habitude d'offrir en quelque sorte en cadeau de nouvel-an à la jeunesse zuricoise.

Le travail de Moesch est intéressant à plus d'un titre, par son mérite intrinsèque, non moins que par son exécution. Il est accompagné d'une carte fort détaillée, au 25 millième, admirablement imprimée en couleurs (un vrai chef-d'œuvre de chromolithographie sorti de l'atelier de M. Furrer, à Neuchâtel), de profils coloriés qui en rendent l'intelligence facile, même pour des laïques, et de plusieurs vignettes sur bois qui ne feraient pas honte aux typographes des grandes capitales.

Disons d'abord que les environs de Brügg étaient admirablement qualifiés pour une étude monographique destinée à résumer en quelque sorte tous les principaux traits de la géologie du Jura oriental. Sur un espace de deux lieues car-

rées, on y trouve tous les terrains, depuis le muschelkalk jusqu'au calcaire jurassique supérieur. Nous ne connaissons pas d'autres localités où tant d'étages et de sous-étages viennent affleurer sur un espace aussi restreint et où il soit aussi facile de les étudier dans leur succession, grâce aux cluses qui traversent le massif de la Habsburg.

Par un heureux hasard, la plupart des couches sont très-fossilifères dans ce district, et il en est plusieurs où les fossiles sont très-bien conservés. C'est ce qui a permis à M. Mœsch d'enrichir son travail de listes très-nombreuses de fossiles rigoureusement déterminés. Rien de plus intéressant que de constater dans ces catalogues, et mieux encore dans les galeries du Polytechnicum, les transformations graduelles et pourtant significatives qui se sont opérées dans les animaux à mesure qu'on suit les différents types d'un étage à l'autre. Ce sont encore ici, comme en bien d'autres localités, les échinides qui nous fournissent les meilleurs points de repère. Nous nous proposons de revenir une autre fois, l'ouvrage de M. Mœsch à la main, sur le parallélisme entre les dépôts jurassiques de l'Argovie et ceux des cantons de Neuchâtel et de Vaud.

En attendant, nous félicitons le canton d'Argovie d'avoir un travail qui résume d'une manière à la fois claire et succincte la composition géologique de ses montagnes, comme la carte murale publiée par les soins de M. Welti en résume la forme et les reliefs. C'est un digne pendant à la description du Jura bâlois par M. Muller, et à celle du Jura bernois par Thurmann, que nous espérons voir bientôt complétée par les études de M. Greppin sur le Jura bernois, et par celle de M. Jaccard sur le Jura du canton de Neuchâtel et du canton de Vaud.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1867.

Le 1er, forte bise tout le jour; lumière zodiacale dans la soirée.
2, forte bise le matin.
4, forte rosée le matin.
7, halo solaire de 3 1/2 h. à 4 h.; on voit en même temps les deux parhélies. Couronne lunaire dans la soirée.
8, forte rosée le matin; dans la matinée vers 6 h. et vers 8 h. on voit les deux parhélies très-brillants par moments.
10, couronne lunaire dans la soirée.
11, faible halo solaire le matin.
13, gelée blanche le matin.
14, rosée le matin; halo solaire dans la matinée.
15, vent du sud très-violent dans la nuit du 14 au 15, surtout vers 2 h. du matin.
16, il a neigé sur le Grand Salève.
18, forte rosée le matin; halo solaire presque tout le jour; halo lunaire et couronne lunaire dans la soirée, ciel vaporeux.
19, couronne lunaire dans la soirée.
20, halo solaire au milieu de la journée; éclairs et tonnerres de 8 h. à 8 1/2 h. du soir, l'orage passe du Sud à l'ENE.
21, pluie, mêlée de grésil, dans la soirée.
22, il a neigé jusqu'à mi-hauteur du Grand Salève.
23, rosée le matin; quelques gouttes de pluie à différentes reprises dans la journée.
24, forte rosée le matin; halo solaire dans la matinée, très-beau vers 10 h.; éclairs pendant toute la soirée.
25, éclairs et tonnerres de 4 h. à 5 h. de l'après-midi; direction de l'orage du SO. au NE.; éclairs dans la soirée.
28, halo solaire vers 8 1/2 h. du matin.
29, il a neigé jusqu'à mi-hauteur du Grand Salève.
30, halo solaire à 9 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 8 h. matin...	734,74
3 à 10 h. soir.....	732,77
7 à 10 h. matin...	731,34
10 à 10 h. matin...	729,98
13 à 8 h. matin...	732,82
16 à 10 h. matin...	726,90
23 à 6 h. matin...	729,48

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 6 h. matin...	729,35
4 à 11 1/2 h. soir....	726,29
9 à 6 h. matin ...	722,93
11 à 4 h. après-m.	724,76
15 à 3 h. après-m..	723,13
20 à 7 h. soir.....	717,43
28 à 3 h. après-m..	715,25

GENÈVE. — AVRIL 1867.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		cm
1	732,76	+ 8,38	+ 4,18	—2,58	+ 1,9	+ 7,0	3,54	—1,37	602	—121	480	740	. . .	. .	NNE. 3	0,29	6,7	— 0,4	142
2	733,44	+ 9,09	+ 5,87	—1,03	+ 1,6	+11,1	4,07	—0,88	601	—121	410	730	. . .	. .	NNE. 2	0,48	7,0	— 0,1	142
3	730,65	+ 6,32	+ 6,60	—0,43	+ 4,2	+11,7	6,27	+1,28	879	+158	740	920	3,7	5	N. 1	0,60	7,0	— 0,2	142
4	730,13	+ 5,82	+ 9,16	+1,99	+ 2,0	+16,1	6,13	+1,10	722	+ 2	410	940	8,5	12	SO. 1	0,79	7,2	— 0,1	141
5	727,84	+ 3,55	+ 8,66	+1,36	+ 7,0	+12,6	6,26	+1,19	772	+ 52	630	930	. . .	. .	N. 1	0,81	7,6	+ 0,3	142
6	730,40	+ 6,13	+ 7,84	+0,40	+ 6,9	+10,1	6,70	+1,58	860	+141	730	910	4,5	10	SSO. 1	1,00	7,3	— 0,1	141
7	730,33	+ 6,08	+ 9,79	+2,22	+ 6,6	+15,0	7,17	+2,00	816	+ 97	600	980	. . .	. .	SSO. 1	0,63	. . .	. . . .	141
8	724,65	+ 0,42	+ 8,09	+0,38	+ 3,5	+13,7	6,20	+0,99	778	+ 60	550	940	7,9	7	SSO. 2	0,93	7,0	— 0,5	140
9	725,45	+ 1,23	+ 9,36	+1,51	+ 4,9	+12,4	5,14	—0,12	600	—117	470	740	19,3	12	SO. 2	0,86	6,9	— 0,7	140
10	729,09	+ 4,88	+ 9,36	+1,37	+ 5,6	+13,6	4,99	—0,32	604	—113	390	750	. . .	. .	OSO. 1	0,37	7,0	— 0,7	139
11	725,19	+ 0,99	+10,65	+2,52	+ 4,1	+16,0	5,18	—0,18	548	—168	430	660	. . .	. .	SSO. 2	0,64	7,3	— 0,5	139
12	729,70	+ 5,51	+ 7,41	—0,86	+ 3,6	+10,8	4,32	—1,09	585	—131	420	750	. . .	. .	NNE. 2	0,00	7,3	— 0,5	139
13	731,64	+ 7,46	+ 9,95	+1,54	— 0,1	+18,1	4,79	—0,67	557	—159	270	950	. . .	. .	SSO. 1	0,19	7,5	— 0,4	138
14	728,37	+ 4,19	+13,89	+5,34	+ 6,1	+19,4	5,19	—0,32	471	—245	290	680	. . .	. .	SSO. 2	0,65	. . .	. . . .	137
15	723,98	— 0,20	+ 8,92	+0,23	+ 7,4	+17,4	6,49	+0,92	797	+ 82	460	890	15,6	8	SSO. 2	1,00	7,0	— 1,1	136
16	726,33	+ 2,15	+ 7,91	—0,91	+ 5,9	+11,0	6,29	+0,66	811	+ 96	570	1000	4,1	8	SSO. 1	1,00	7,1	— 1,0	136
17	726,25	+ 2,07	+12,33	+3,37	+ 7,5	+18,5	7,85	+2,16	743	+ 28	550	900	. . .	. .	variable	0,54	7,6	— 0,6	136
18	725,12	+ 0,94	+11,32	+2,22	+ 5,0	+17,0	8,21	+2,46	817	+102	640	970	. . .	. .	N. 1	0,39	7,7	— 0,6	136
19	725,40	+ 1,22	+13,22	+3,98	+ 6,7	+20,9	8,91	+3,10	795	+ 80	470	970	0,3	1	SO. 1	0,61	. . .	. . . .	136
20	719,30	— 4,89	+13,79	+4,41	+ 9,7	+19,9	8,87	+3,00	775	+ 60	470	990	8,4	3	SSO. 1	0,86	8,7	+ 0,3	136
21	722,66	— 1,54	+ 9,73	+0,20	+ 6,5	+13,5	5,51	—0,43	645	— 70	400	840	7,4	8	SSO. 2	0,73	. . .	. . . .	138
22	726,53	+ 2,32	+ 7,83	—1,84	+ 4,2	+11,9	4,90	—1,10	650	— 65	400	870	. . .	. .	N. 1	0,39	7,6	— 1,0	140
23	729,02	+ 4,80	+ 9,69	—0,12	+ 3,8	+15,4	6,92	+0,85	768	+ 53	530	880	. . .	. .	variable	0,87	7,6	— 1,1	141
24	725,79	+ 1,56	+13,11	+3,16	+ 4,5	+21,2	7,91	+1,77	720	+ 5	400	980	. . .	. .	variable	0,50	8,4	— 0,4	142
25	723,50	— 0,75	+13,59	+3,50	+11,1	+17,1	9,51	+3,30	833	+117	580	920	3,5	4	variable	0,78	8,6	— 0,2	143
26	722,85	— 1,42	+ 9,42	—0,82	+ 8,2	+12,4	8,51	+2,23	988	+272	790	1000	21,6	14	N. 1	0,86	8,5	— 0,4	144
27	719,86	— 4,43	+ 9,39	—0,99	+ 6,0	+12,9	8,78	+2,43	990	+274	840	1000	8,3	9	N. 1	0,97	9,8	+ 0,8	146
28	717,38	— 6,93	+ 9,06	—1,46	+ 4,7	+14,6	7,44	+1,02	880	+164	680	980	17,3	14	SSO. 2	0,89	. . .	. . . .	148
29	722,88	— 1,46	+ 8,83	—1,83	+ 4,9	+12,9	6,52	+0,03	777	+ 61	630	830	0,4	2	SSO. 3	0,83	7,9	— 1,3	149
30	727,30	+ 2,93	+11,75	+0,94	+ 6,9	+16,6	6,62	+0,06	667	— 50	430	860	6,3	6	SO. 2	0,88	7,8	— 1,5	150

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,89	729,54	729,88	729,77	729,53	729,33	729,25	729,43	729,08
2 «	726,73	726,83	726,71	726,10	725,69	725,37	725,35	725,84	726,37
3 «	723,63	723,90	724,14	723,88	723,54	723,51	723,72	724,47	724,54
Mois	726,42	726,75	726,91	726,59	726,26	726,07	726,11	726,58	726,67
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 5,53	+ 7,44	+ 8,72	+10,45	+10,94	+10,63	+ 9,58	+ 7,91	+ 7,09
2e «	+ 7,09	+10,00	+12,45	+14,15	+15,13	+14,93	+12,67	+11,28	+ 9,80
3e «	+ 7,81	+ 9,79	+11,99	+13,09	+13,57	+13,13	+11,24	+ 9,72	+ 9,24
Mois	+ 6,81	+ 9,07	+11,05	+12,56	+13,21	+12,90	+11,17	+ 9,63	+ 8,71
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,75	5,85	5,66	5,61	5,48	5,59	5,71	5,80	5,82
2e «	6,13	6,74	6,80	6,91	6,54	6,75	6,86	6,60	6,60
3e «	7,19	7,44	7,48	7,55	7,30	7,30	7,23	7,16	7,16
Mois	6,36	6,68	6,65	6,69	6,44	6,55	6,60	6,52	6,53
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	841	755	668	589	560	587	643	722	765
2e «	810	727	629	575	517	543	635	661	733
3e «	899	816	717	673	640	664	731	786	820
Mois	850	766	671	612	572	598	670	723	773

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 4,42	+12,33	0,68	7,08	43,9	140,9
2e «	+ 5,59	+16,90	0,59	7,52	28,4	136,9
3e «	+ 6,08	+14,85	0,77	8,27	64,8	144,2
Mois	+ 5,36	+14,69	0,68	7,60	137,1	140,7

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,52 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 58,7 O. et son intensité est égale à 42,7 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1867.

Le 1er, brouillard depuis 8 h. du soir.
3, brouillard le matin et le soir.
5, id. id.
6, id. jusqu'à 2 heures de l'après-midi.
9, id. jusqu'à 8 heures du matin.
10, id. jusqu'à 10 h. du matin.
12, id. à 6 heures du matin.
15, id. depuis 2 heures de l'après-midi.
16, id. tout le jour. La neige de ce jour a été emportée par le vent.
17, id. depuis 6 heures du soir.
19, id. à 10 heures du soir.
20, id. tout le jour.
22, id. jusqu'à 10 h. du matin.
25, id. le matin et le soir.
26, id. jusqu'à 8 heures du soir.
27, id. jusqu'à midi.
28, id. depuis 8 heures du matin à 2 heures du soir.
29, id. depuis 2 heures de l'après-midi.
30, id. le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 2 h. après-m.	566,33	Le 3 à 6 h. matin...	562,37
3 à 8 h. soir	566,34	5 à 6 h. matin...	560,41
7 à midi.........	566,09	9 à 6 h. matin...	557,05
10 à 8 h. soir	564,75	11 à 8 h. soir. ...	561,93
13 à 10 h. soir	569,06	16 à 6 h. matin...	560,51
19 à midi.........	566,83	22 à 6 h. matin..	558,73
23 à 8 h. soir....	566,27	28 à 10 h. soir ...	556,83
30 à midi.........	564,03		

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	563,18	+ 2,95	560,95	564,81	—10,98	— 5,22	—13,2	— 6,9	.....	.....	......	NE. 2	0,97
2	565,69	+ 5,42	565,01	566,33	— 5,88	— 0,24	—12,4	— 2,5	.....	.....	......	NE. 1	0,12
3	564,41	+ 4,10	562,37	566,34	— 5,14	+ 0,39	— 6,7	— 1,1	.....	.....	......	NE. 2	0,94
4	564,33	+ 3,97	562,52	565,28	— 4,05	+ 1,36	— 7,0	— 0,9	.....	.....	......	NE. 2	0,78
5	562,26	+ 1,85	560,41	563,86	— 5,52	— 0,23	— 6,7	— 2,9	.....	.....	......	NE. 2	0,94
6	564,50	+ 4,05	563,48	565,85	— 5,15	+ 0,02	— 7,2	— 2,7	120	9,8	10	NE. 1	1,00
7	565,18	+ 4,68	564,12	566,09	— 1,94	+ 3,11	— 3,0	+ 0,9	.....	.....	......	NE. 2	0,70
8	560,98	+ 0,43	560,53	561,86	— 1,32	+ 3,61	— 5,4	+ 5,2	.....	.....	......	NE. 1	0,82
9	559,72	— 0,88	557,05	562,24	— 6,15	— 1,34	— 7,5	— 3,3	.....	.....	......	NE. 3	0,89
10	563,50	+ 2,84	561,07	564,75	— 4,53	+ 0,15	— 7,0	— 1,8	.....	.....	......	NE. 2	0,37
11	562,15	+ 1,44	561,93	562,65	— 0,58	+ 3,97	— 3,4	+ 4,3	.....	.....	......	SO. 1	0,66
12	564,39	+ 3,62	562,21	566,44	— 6,18	— 1,76	— 9,0	— 2,7	.....	.....	......	NE. 1	0,16
13	568,17	+ 7,34	567,17	569,06	— 2,23	+ 2,06	— 6,9	+ 4,4	.....	.....	......	variable	0,00
14	566,95	+ 6,06	565,69	568,22	+ 3,63	+ 7,79	— 1,9	+ 8,1	.....	.....	......	NE. 1	0,59
15	560,33	— 0,62	559,36	562,91	— 3,17	+ 0,86	— 6,0	+ 0,4	110	19,7	10	NE. 1	0,98
16	561,33	+ 0,32	560,51	562,13	— 3,82	+ 0,08	— 6,7	— 1,2	.....	.....	......	NE. 2	1,00
17	562,87	+ 1,79	562,10	564,54	+ 0,09	+ 3,85	— 1,8	+ 2,8	.....	.....	......	NE. 2	0,44
18	565,15	+ 4,00	563,84	565,92	+ 4,53	+ 8,16	— 0,7	+ 9,9	.....	.....	......	SO. 1	0,14
19	566,22	+ 5,00	566,02	566,83	+ 2,28	+ 5,78	+ 0,3	+ 5,4	.....	.....	......	SO. 1	0,79
20	562,00	+ 0,71	560,23	563,92	— 0,35	+ 3,01	— 0,5	+ 1,2	.....	.....	......	SO. 1	1,00
21	559,47	— 1,89	558,84	560,61	— 1,31	+ 1,91	— 5,4	+ 5,9	.....	.....	......	NE. 1	0,54
22	560,81	— 0,63	558,73	562,89	— 6,54	— 3,46	— 8,3	— 3,2	.....	.....	......	NE. 2	0,62
23	565,40	+ 3,89	564,30	566,27	— 0,12	+ 2,82	— 3,4	+ 3,4	.....	.....	......	NE. 1	0,46
24	565,68	+ 4,09	565,29	566,04	+ 1,90	+ 4,70	— 1,6	+ 4,8	.....	.....	......	NE. 1	0,16
25	564,04	+ 2,37	563,58	564,55	+ 3,14	+ 5,80	+ 0,6	+ 6,8	.....	.....	......	SO. 1	0,58
26	561,29	— 0,46	560,93	562,06	+ 0,31	+ 2,83	0,0	+ 2,2	.....	73,0	6	variable	0,81
27	560,49	— 1,34	559,53	561,65	— 0,94	+ 1,44	— 2,1	+ 1,2	30	22,7	9	SO. 2	0,99
28	557,93	— 3,99	556,83	558,73	— 1,17	+ 1,07	— 2,0	+ 0,4	120	34,4	15	SO. 2	0,88
29	559,74	— 2,26	557,47	561,79	— 3,31	— 1,21	— 6,8	— 0,4	.....	.....	......	NE. 2	0,48
30	563,04	+ 0,95	562,43	564,03	— 1,78	+ 0,17	— 5,8	+ 1,2	.....	.....	......	NE. 1	0,31

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,26	562,61	563,16	563,55	563,73	563,77	563,87	564,15	564,03
2e «	564,00	564,05	564,05	564,04	564,06	563,93	563,84	564,11	564,27
3e «	561,38	561,66	561,91	562,00	561,97	561,87	561,96	562,11	562,00
Mois	562,54	562,77	563,04	563,20	563,25	563,19	563,22	563,46	563,44

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 6,92	— 5,13	— 4,34	— 2,29	— 2,73	— 3,07	— 4,54	— 5,71	— 5,51
2e «	— 3,06	— 1,07	+ 0,52	+ 1,45	+ 2,57	+ 1,66	+ 0,38	— 0,64	— 1,68
3e «	— 2,47	— 0,36	+ 0,26	+ 1,29	+ 1,86	+ 1,15	— 0,72	— 2,17	— 2,32
Mois	— 4,15	— 2,19	— 1,19	+ 0,15	+ 0,57	— 0,87	— 1,63	— 2,84	— 3,17

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,41	— 1,30	0,75	9,8	120
2e «	— 3,66	+ 3,26	0,58	19,7	110
3e «	— 3,48	+ 2,23	0,58	130,1	150
Mois	— 4,85	+ 1,40	0,64	159,6	380

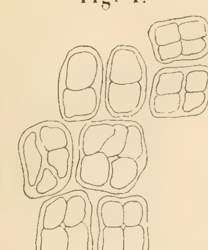
Dans ce mois, l'air a été calme 16 fois sur 100.

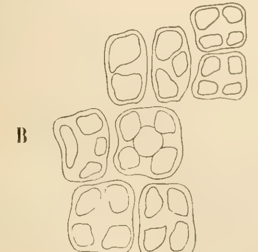
Le rapport des vents du NE à ceux du SO. a été celui de 3,79 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 65,2 sur 100.

* Voir la note du tableau.

Fig. 1.





18 $\frac{2}{3}$ 67

CERRATODON PURPUREUM

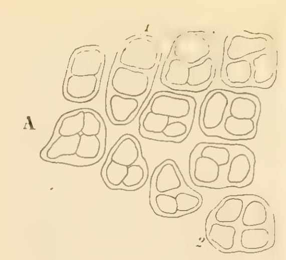
A *Cellules de la feuille fraiche*

B *Cellules observées après une insolation d'une heure*

Diamètre moyen des grains de chlorophylle

A .... 0,006 mm.

B .... 0,003 0,004 mm.





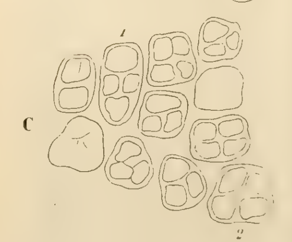


Fig. 2

18 $\frac{3}{3}$ 67

CERRATODON PURPUREUM

A *Cellules de la feuille fraiche*

B *Cellules après une insolation de ¾ d'heure*

C *Cellules ayant passé deux heures dans l'obscurité après l'insolation.*

Diamètre des grains de chlorophylle

Cellules

	1	2	
A ...	0,006	0,006	mm
	0,005		
	0,006		
B ...	0,005	0,004	mm
	0,004		
	0,004		

NOUVEAUX DOCUMENTS

SUR LES

LIMITES DE LA PÉRIODE JURASSIQUE

ET

DE LA PÉRIODE CRÉTACÉE

PAR

F.-J. PICTET
Professeur à l'Académie de Genève.

La *Bibliothèque universelle* a publié au mois d'août 1866[1], un mémoire intéressant de M. le professeur Hébert, qui soulevait de très-graves questions au sujet des limites de la période jurassique et de la période crétacée dans le bassin du Rhône.

Jusqu'alors tous les géologues paraissaient unanimes pour attribuer le calcaire de la Porte de France à l'époque jurassique et à l'étage oxfordien. Les travaux classiques de M. le professeur Lory, et en particulier la dernière et excellente coupe qu'il a publiée[2], semblaient confirmer cette opinion.

A la suite de l'étude des ammonites du calcaire de la Porte de France et des schistes lithographiques d'Aizy, M. Hébert a démontré dans ce mémoire que parmi ces fossiles il y a plusieurs espèces caractéristiques de l'épo-

[1] *Bibl. Univ.* (*Archives*), août 1866, tome XXVI, p. 302. Ce mémoire a été reproduit avec quelques variantes et plus de détails dans le *Bulletin de la Société géol. de France*, tome XXIII, p. 521.

[2] *Bulletin de la Société géol. de France*, tome XXIII, p. 516.

que crétacée, et il en a conclu que ces gisements appartiennent à cette période et non à la période jurassique. En même temps, il a contesté l'argument qu'on tirait des térébratules perforées du groupe de la *diphya* en distinguant la *diphya* jurassique de la *diphyoides* crétacée; il a paru au contraire disposé à admettre l'identité de l'espèce de la Porte de France avec l'espèce néocomienne.

Je n'ai point eu dans l'origine l'intention de prendre part à ce débat; mais au moment où M. Hébert m'envoya sa note pour la *Bibliothèque universelle*, je commençais à m'occuper de l'étude des fossiles de Berrias, et je n'ai pas tardé à voir que nous poursuivions des questions tout à fait connexes. En cherchant à m'éclairer à ce sujet, j'ai été frappé de l'importance de cette discussion, et en même temps de la nécessité d'élargir les bases sur lesquelles elle s'était établie. Il m'a paru utile de chercher, par de nouvelles études, à compléter et à rendre plus sûres les données paléontologiques qui avaient servi de point de départ.

Il m'a paru, en particulier, que l'étude des térébratules du groupe de la *diphya* méritait d'être reprise. Malgré d'excellents travaux de mes prédécesseurs, on n'avait pas, suivant moi, résolu la question de la limite et de la caractérisation des espèces qui composent ce groupe.

Il m'a paru, en outre, que l'on connaissait singulièrement mal la faune des couches les plus anciennes de la période néocomienne, et qu'il était indispensable d'augmenter par la description d'espèces nouvelles le nombre des termes de comparaison.

Ces faits m'ont amené à entreprendre une série de monographies, indépendantes les unes des autres quant à leur objet, mais liées par une idée commune qui les fait concorder au même but.

La première dans l'ordre logique, et celle qui aurait dû précéder toutes les autres, est l'étude monographique des térébratules du groupe de la *diphya*. La nécessité où je me suis trouvé de recevoir d'immenses matériaux m'a forcé à en ajourner un peu la publication. Elle est maintenant sous presse [1].

Il semble, au premier coup d'œil, qu'une question d'*espèces* est plus ou moins secondaire ; mais quand l'identité ou la non-identité de formes spécifiques est employée comme principal argument dans une discussion sur les relations de deux gisements et sur leur attribution à l'une ou à l'autre des grandes périodes de l'histoire du globe, il importe avant tout que cette identité soit établie sur des bases zoologiques solides.

Je ne veux pas faire ici l'histoire des diverses opinions qui ont divisé les naturalistes au sujet de la *T. diphya*. on la trouvera dans la monographie précitée. J'en rappellerai seulement les phases principales. On a en général admis l'existence d'une seule espèce dans le groupe : cette idée a été reproduite même dans le meilleur travail qui existe sur ces térébratules, celui de M. Ed. Suess, inséré dans les comptes rendus de l'Académie de Vienne.

L'idée opposée a été soutenue principalement par Catullo et Zeuschner, et dans certaines limites par d'Orbigny. Ce dernier a en particulier établi avec raison que la *T. diphyoides* est une espèce distincte, mais malheureusement il a indiqué d'une manière très-inexacte les caractères qui la séparent de la *diphya*. C'est ce qui explique très-bien comment M. Hébert, cherchant à comparer la *T. diphyoides* avec l'espèce de la Porte de France, n'a

[1] Monographie des térébratules du groupe de la *diphya* formant la 3me livraison des *Mélanges paléontologiques*, in-4°, avec 7 planches.

pas pu trouver leurs différences. Catullo est peut-être de tous les auteurs celui qui s'est le plus rapproché de la vérité, au moins dans ses derniers travaux. L'ouvrage de M. Zeuschner renferme beaucoup de bonnes observations mêlées, suivant moi, à des erreurs. Voici, d'après ma manière de voir, le véritable état des choses.

Les térébratules du groupe de la *diphya* sont éminemment variables. Dans chaque espèce on trouve des formes ovales et des triangulaires, des coquilles épaisses et des minces. Toutes sont aussi sujettes à une singulière variation produite par la *disjonction des lobes,* qui amène la forme fourchue [1]. Chacune de ces espèces a cependant une forme typique plus fréquente, mais jamais tout à fait constante. Il en résulte que les caractères tirés de l'épaisseur et de la forme du contour sont trompeurs, et qu'il faut se garder d'y mettre une importance qui dépasse celle d'une simple indication. La commissure des valves peut rendre quelques services si elle est interprétée prudemment et en tenant compte des modifications qui naissent du plus ou moins d'épaisseur. Les caractères les plus sûrs et les plus constants sont : 1° La forme et la position du trou qui perfore les valves ; ce trou manque dans quelques espèces, et s'il existe, il est tantôt grand et situé au milieu ou plus près du bord palléal, tantôt médiocre ou petit et situé plus près du crochet ; 2° la forme des régions apiciales de l'une et de l'autre valve. Sur la grande on voit un bourrelet médian compris entre le crochet et le trou ; sur la petite, un canal dans une position analogue. On peut ainsi distinguer trois groupes principaux bien tranchés dont les limites sont, à mon avis,

[1] La disjonction des lobes est *quelquefois* le caractère du jeune âge. Plus souvent elle constitue une véritable variété durant toute la vie.

parfaitement claires, et dont chacun contient quelques espèces.

Ce sont :

1er GROUPE. Espèces à trou grand et direct. Ce trou est tantôt médian, tantôt plus rapproché du bord palléal que du sommet. Il comprend deux espèces :

1. La *T. diphyoides*, d'Orb., à bourrelet apicial creusé d'un canal longitudinal bordé par deux côtes, et à sillon apicial de la petite valve muni d'une côte mediane. Cette espèce est exclusivement caractéristique de la période crétacée. J'en possède des centaines d'exemplaires de France et de Suisse, et M. de Zigno m'en a communiqué d'incontestables du *biancone* néocomien des environs de Padoue.

2. La Térébratule de la Porte de France, espèce inédite que je nomme *T. janitor*, caractérisée par un trou très-grand, plus près du bord palléal que du milieu, à bourrelet apicial très-gros, très-long, uniformément bombé, à sillon apicial de la petite valve sans côte. Cette espèce se trouve en France sur les confins de la région jurassique et de la région crétacée, précisément dans les terrains contestés dont nous nous occupons ici. Elle caractérise en Allemagne le calcaire de Stramberg.

2me GROUPE. Térébratules à trou petit ou moyen et situé plus près du sommet que du bord palléal, à bourrelet apicial peu développé, à commissure des valves sinueuses, renfermant, suivant moi, trois espèces :

3. La vraie *T. diphya*, à trou petit ou moyen, à forme ovale, à région palléale très-arquée, etc. Cette espèce caractérise le Rosso ammonitico de Trente, de Roveredo, etc. M. de Verneuil l'a recueillie près de Cordoue (Espagne).

4. La *T. dilatata*, Catullo, à trou très-petit, à forme

triangulaire, à angles aigus, à région palléale droite, à commissure latérale de valves très-sinueuses. Elle est abondante dans ces mêmes gisements du Rosso ammonitico et dans le Klippenkalk des Carpathes (inférieur au calcaire de Stramberg).

5. La *T. sima,* Zeuschner, espèce remarquable par la profonde échancrure du bord de la grande valve dans la commissure latérale. Je ne la connais que du Klippenkalk des Carpathes.

3me GROUPE. Térébratules non perforées, réunies aux précédentes à cause d'un certain facies commun, mais évidemment sans motifs sérieux. J'y distingue :

6. La *T. triangulus,* Lamk., type du groupe, du Rosso ammonitico du Tyrol.

7. La *T. euganeensis*, espèce nouvelle, plus régulièrement triangulaire, du biancone néocomien des monts Euganéens.

Je cite encore dans la monographie deux autres espèces, la *T. quadrangularis,* Pictet, du Rosso ammonitico, qui fait le passage au groupe de la *digona*, et la *T. erbaensis,* Suess, connue par un seul échantillon du lias (?) d'Erba.

La conclusion générale de cette première monographie est donc que le groupe de la *T. diphya* renferme plusieurs espèces qui n'ont pas, au point de vue géologique, la même signification, et qu'on doit les distinguer soigneusement avant d'en tirer des conséquences.

En établissant les faits ci-dessus, j'ai en même temps démontré que ces térébratules sont réparties dans trois zones distinctes, qui sont :

1° La zone des Térébratules à petit trou (*T. diphya, dilatata,* etc.) et de la *T. triangulus* correspondant au Rosso ammonitico du nord de l'Italie (Diphyakalk des au-

teurs allemands). Ces mêmes térébratules caractérisent le Klippenkalk des Carpathes, qui est très-probablement contemporain du Rosso ammonitico, et, d'après ce que j'ai dit plus haut, la découverte d'une *T. diphya* près de Cordoue par M. de Verneuil semble indiquer que la zone se prolonge dans l'Espagne méridionale.

2° La zone à *Terebratula janitor*, qui dans les Carpathes correspond au calcaire de Stramberg immédiatement supérieur au Klippenkalk, et en France, au calcaire de la Porte de France ainsi qu'à divers gisements indécis que l'on rapportait tantôt à l'étage jurassique supérieur, tantôt à l'étage néocomien le plus inférieur. La *T. janitor* est en général le caractère de nos étages contestés.

3° La zone de l'étage néocomien proprement dit, caractérisée par la *T. diphyoides* en France, en Suisse et en Italie, et par la *T. euganeensis* dans ce dernier pays. Il faudra peut-être partager cette zone en deux, celle de Berrias inférieure aux Marnes à *Belemnites latus* et celle de la couche à *Ancyloceras Villersianus*, *Tabarelli*, etc., qui leur est superposée. Cependant, je n'ai trouvé aucune différence entre les *T. diphyoides* de ces deux époques.

Dans une seconde monographie [1], publiée la première par les raisons que j'ai indiquées ci-dessus, j'ai eu pour but d'étudier les caractères zoologiques de la faune néocomienne au moment de sa première apparition dans le bassin du Rhône. La connaissance de cette faune néocomienne ancienne était, en effet, un des éléments les plus

[1] Études paléontologiques sur la Faune à *Terebratula diphyoides*, de Berrias, formant la 2me livraison des *Mélanges paléontologiques*, 1 vol. in-4° avec 19 planches.

indispensables pour arriver à notre but général, puisque c'est précisément celle dont la comparaison avec les gisements contestés doit fournir les caractères de la limite entre les deux périodes.

Jusqu'à ces dernières années, les marnes nommées par M. Lory *marnes inférieures* (marnes à *Belemnites latus*), passaient pour renfermer la plus ancienne faune néocomienne dans le midi de la France. Diverses observations de M. Hébert indiquées brièvement dans quelques publications, et dont j'ai eu principalement connaissance en étudiant les collections de la Sorbonne avec leur savant directeur, avaient déjà fait entrevoir l'existence d'une couche plus ancienne, caractérisée par quelques Ammonites particulières. Il me fallait, pour mon but spécial, trouver une faune un peu abondante en espèces, dans une position géologique incontestable et composée d'êtres qui aient vécu *dans le même temps et dans le même lieu.*

J'ai précisément trouvé ces conditions dans la faune à *Terebratula diphyoides* de Berrias (Ardèche), dont j'avais commencé à m'occuper. Le grand nombre d'espèces nouvelles qu'elle renferme et la variété de leurs formes ont donné à son étude un intérêt paléontologique tout spécial, et montré qu'on était bien loin de se faire une idée exacte de ce premier état des faunes crétacées. La couche à *T. diphyoides* de Berrias est située *sous* les marnes à *Bel. latus ;* elle a été signalée depuis longues années par MM. de Malbos, Em. Dumas, etc., puis en quelque sorte oubliée. Ses fossiles ont été inscrits à tort par d'Orbigny dans le Prodrome comme appartenant au néocomien *supérieur.*

J'ai décrit 47 espèces, dont 33 nouvelles. Là-dessus 18 ont été retrouvées ailleurs, dans des gisements néoco-

miens incontestables. Il n'y a donc, suivant moi, aucun doute que la faune de Berrias n'appartienne à cette période.

Je n'ai compliqué cette monographie d'aucune comparaison avec les étages voisins, réservant cette recherche des analogies pour des travaux subséquents et me bornant ainsi à exposer les faits positifs, sans aucune allusion théorique.

Ces premières monographies devront, en effet, être complétées par d'autres. J'en entreprendrai moi-même quelques-unes à mesure que les matériaux se présenteront et me permettront, par des faits suffisamment abondants, d'arriver à ces comparaisons et à une connaissance un peu complète des faunes qui se sont succédé, depuis les derniers étages jurassiques jusqu'aux terrains néocomiens aujourd'hui connus. Je dois en attendant faire connaître brièvement quelle marche il conviendra de suivre pour atteindre le but et quels sont les résultats généraux auxquels on est déjà arrivé.

Le fait principal, et qui paraît acquis aujourd'hui, est que des espèces du terrain néocomien incontesté, se retrouvent dans des gisements réputés jusqu'ici jurassiques. C'est là la découverte principale de M. Hébert. Posée ainsi, la question n'est pas douteuse ; nous verrons plus loin quelles conclusions on doit en tirer, et nous trouverons dans cette recherche des difficultés de plus d'un genre.

Il y a, comme l'a fait remarquer M. Hébert, quelques espèces néocomiennes dans le calcaire de la Porte de France et dans les calcaires lithographiques d'Aizy.

Ma monographie de l'étage néocomien de Berrias, a déjà eu pour résultat d'augmenter le nombre de ces es-

pèces. Les *A. Malbosi, rarefurcatus, privasensis, Euthymi, berriasensis,* etc. sont dans ce cas.

Il y a des espèces communes à l'étage néocomien et au calcaire de Stramberg, réputé jusqu'ici corallien. Il y en a entre ce même calcaire et les calcaires lithographiques d'Aizy, ainsi que je l'ai constaté par une comparaison directe faite avec soin avec M. le Dr Zittel.

Quelques espèces passent du Rosso ammonitico au véritable néocomien.

Les conclusions à tirer de ces faits et de plusieurs autres analogues, ne se présenteront probablement pas d'une manière identique à l'esprit de tous les géologues et de tous les paléontologistes; car leur appréciation sera évidemment influencée par la manière théorique dont chacun d'eux conçoit la succession des êtres organisés.

Pour ceux qui ont une foi absolue à la spécialité des fossiles, et qui croient que l'on peut *toujours* déterminer l'âge d'un terrain sur un petit nombre de fossiles, parce qu'il n'y a jamais de mélanges, la conclusion est facile. Tous ces gisements appartiennent à l'époque crétacée, même le Rosso ammonitico, qui paraît renfermer au moins deux espèces de cette formation (*Amm. semisulcatus* et *berriasensis*).

Je ne puis pas me contenter aussi facilement. Cette conclusion un peu prématurée n'est pas pour moi une réponse complète; elle ne me paraît pas suffisante pour rendre bien compte de l'état des choses, et elle laisse subsister des difficultés trop importantes pour être passées sous silence.

La première de ces difficultés porte sur les relations des couches contestées avec les étages jurassiques récents. Des comparaisons récentes m'ont laissé entrevoir des rapports assez intimes entre les calcaires de la Porte de

France et la couche à *Ammonites tenuilobatus*. Il y en a d'autres dont il est impossible de ne pas tenir un certain compte, et il est nécessaire de comparer l'ensemble de ces faunes et non quelques espèces isolées.

La seconde difficulté a déjà été clairement exposée par M. Lory. Les couches d'Aizy sont recouvertes en stratification régulière par une brèche qui a tous les caractères de l'étage corallien. C'est surtout cette circonstance qui a empêché le savant professeur de Grenoble d'accepter complétement les conclusions de M. Hébert. Encore ici il me paraît impossible de résoudre l'ensemble de la question sans une étude spéciale de cette faune corallienne et de celles qui l'ont immédiatement précédée et suivie.

La solution de ces difficultés exige donc, selon moi, avant d'arriver à une conclusion définitive, une série d'études sur les faunes successives dont nous avons parlé, afin de savoir quelles sont les espèces qui passent de l'une à l'autre, quelles sont celles qui sont représentées par des analogues, et quelles sont celles qui restent confinées dans l'une d'elles.

Nous avons ici cinq étages ou sous-étages plus ou moins distincts, savoir :

1° Le *Rosso ammonitico* avec les térébratules à petit trou, probablement contemporain du Klippenkalk des Carpathes caractérisé par les mêmes térébratules.

2° Le calcaire de la Porte de France avec sa *Terebratula janitor*, laquelle se trouve dans le calcaire de Stramberg, constamment supérieur au Klippenkalk.

3° Les calcaires lithographiques d'Aizy, qui ont avec Berrias plus d'espèces communes que ceux de la Porte de France et qui en ont davantage aussi avec le calcaire de Stramberg.

4° Les calcaires à ciment de l'Isère et de Lémenc, dont l'analogie avec Berrias est plus grande encore parce qu'ils sont plus récents.

5° Le calcaire à *T. diphyoides* de Berrias.

Au point de vue paléontologique et pour voir clair dans cette succession, il faut pour ainsi dire une monographie détaillée de chacun de ces étages. On verra alors quelles sont les relations de la faune du Rosso ammonitico et du Klippenkalk avec les faunes jurassiques supérieures. On saura si on peut quelque part dans cette série trouver une ligne que ne franchissent ni les espèces jurassiques, ni les espèces crétacées, et si cette ligne est identique dans les diverses area géographiques. Alors, mais seulement alors, nous pourrons dire que nous connaissons les limites qui séparent les deux périodes, et les mots crétacé et jurassique prendront, sous ce point de vue, une signification nouvelle et mieux définie.

Lorsqu'on connaîtra bien ces faits, il y aura à chercher des parallélismes dans d'autres pays, et encore ici l'on aura quelques difficultés à trouver une histoire paléontologique dont les phases concordent pleinement avec celle des terrains de l'Isère et des environs de Chambéry.

Il ne faut, en effet, attendre aucune analogie avec les dépôts jurassiques supérieurs d'Angleterre et du nord de la France. On ne retrouve, pour ainsi dire, aucune ressemblance ni dans les fossiles, ni dans les accidents stratigraphiques de ces deux régions.

On en trouvera peut-être un peu plus avec les dépôts de l'Allemagne du Sud et avec ceux des Carpathes. La faune de ce dernier gisement est encore si incomplétement connue, que la comparaison devient presque impossible pour le moment; mais nous avons l'espérance

que dans peu d'années des travaux bien dirigés feront avancer la question.

La faune du Rosso ammonitico vient d'être, sous le nom de *Diphyakalk*, l'objet des études de M. Benecke. Le catalogue qu'en donne ce savant (Geol. pal. Beit. p. 133) ne suffit pas pour une comparaison, car la plupart des espèces sont nouvelles, et quelques-unes douteuses. Cependant, il constate l'existence de quelques espèces néocomiennes *Amm. ptychoicus, quadrisulcatus*, etc.

La faune du calcaire de Stramberg [1] me paraît destinée à fournir la clef de l'énigme. J'ai eu l'occasion de visiter dernièrement à Munich la magnifique collection qui a été formée par feu Hohenegger et qui a été acquise par le musée d'histoire naturelle de cette ville. Je l'ai étudiée superficiellement, aidé du savant directeur des collections paléontologiques, M. le Dr Zittel, et j'ai été frappé de ses rapports intimes d'une part avec le calcaire lithographique d'Aizy, et de l'autre avec celui de Berrias. L'immense quantité d'échantillons qui composent cette collection et leur parfaite conservation nous prescrivent de céder le pas à leur publication. J'avais pensé une fois à publier une monographie complète des fossiles d'Aizy, qui m'ont été si obligeamment prêtées par MM. Lory et Chaper ; mais depuis ma visite à Munich, j'ai en partie changé mon plan. Il faut que la faune de Stramberg soit connue auparavant;

[1] J'ai à dessein évité le nom d'*étage tithonique*, dont les limites n'ont pas été établies d'une manière suffisamment claire, vu la mort d'Oppel. Cet étage paraît renfermer des formations qui ne sont pas toutes identiques. Désireux de rester dans la plus grande précision possible et de n'employer que des mots dont la signification soit claire, je me borne à comparer nos gisements au calcaire de Stramberg, le membre le plus important de l'étage tithonique, et qui renferme une faune parfaitement limitée.

les espèces pourront en être limitées par l'étude de centaines d'échantillons, et M. Zittel nous laisse espérer ce travail dans un avenir prochain. Dès qu'il sera terminé, la connaissance des faunes de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc en découlera avec une extrême facilité.

En attendant, et pour ne pas perdre le fruit de recherches assez longues, je donnerai dans les *Mélanges paléontologiques* une étude provisoire de ces faunes, qui pourra servir, je l'espère, à éclairer une partie des questions pendantes.

En résumé, le résultat de tous ces travaux est d'abaisser plus ou moins, et dans les limites qui restent à préciser, la ligne de séparation de la période jurassique et de la période crétacée, de manière à comprendre dans cette dernière plusieurs étages ou sous-étages réputés jusqu'ici jurassiques. Cet abaissement de la ligne de séparation n'a toutefois lieu que pour la région des Carpathes et des Alpes, où l'étage néocomien revêt la forme de néocomien alpin. Il restera à savoir comment cette ligne se continuera avec celle qui sépare le portlandien et le néocomien dans le nord et le centre de la France et en Angleterre, et quels nouveaux parallélismes il faudra établir.

P.-S. Pour ne pas allonger cette note, je n'ai pas mentionné tous les naturalistes et les musées qui m'ont, avec la plus grande obligeance, fourni des documents. Je renvoie pour cela aux monographies annoncées, dans lesquelles je pourrai rendre à chacun la justice et l'hommage qui leur sont dus.

SUR LA

NÉCESSITÉ DE L'INTERVENTION DES INSECTES

POUR

LA FÉCONDATION DU *CORYDALIS CAVA*

PAR

M. le Dr HILDEBRAND

Communiqué par M. C. Darwin, au Congrès international de botanique, à Londres, 1866 [1].

Il y a quelques plantes pour lesquelles on croit que la fécondation s'opère sans les insectes, parce que dans le bouton ou dans la fleur épanouie, les anthères touchent le stigmate et y déposent du pollen. Certaines de ces plantes, les *Canna*, par exemple, produisent de bonnes graines quand on les met à l'abri de la visite des insectes, mais il en existe d'autres certainement qui exigent le croisement par différents individus de l'espèce pour produire des graines fertiles. J'ai fait ce printemps des expériences sur le *Corydalis cava*, qui m'ont extrêmement surpris. Je vais en donner les résultats.

1° J'ai fécondé les fleurs de plusieurs pieds avec celles d'autres individus de la même couleur, et j'ai obtenu :

De	3	fleurs fécondées,	3	capsules avec		6, 7, 7	bonnes	graines.
	4	»	»	4	»	» 1, 3, 3, 1	»	»
	4	»	»	3	»	» 7, 6, 6, 5	»	»
	4	»	»	3	»	» 2, 3, 6	»	»
	27	»	»	25	»	dont les graines n'ont pas été comptées.		

[1] Traduit du volume intitulé : The international horticultural exhibition and botanical congress, held in London, etc. ; in-8°. Londres, 1866.

2° J'ai fécondé des fleurs de la variété rouge avec des fleurs blanches, et j'ai obtenu :

De 3	fleurs fécondées,	3	capsules	avec 6, 7, 7 bonnes graines.
6	» »	5	»	dont les graines n'ont pas été comptées.

3° Des individus blancs fécondés par des rouges ont donné :

De 3	fleurs fécondées,	3	capsules	avec 6, 1, 2 bonnes graines.
9	» »	8	»	dont les graines n'ont pas été comptées.

4° Sur cinq grappes de fleurs de différents pieds j'ai fécondé pour chacune deux fleurs, une avec le pollen d'un autre individu et une avec celui du même individu. Des premières, j'ai obtenu des graines : 5 et 5 ; 0 et 3 ; 6 et 7 ; 1 et 3 ; 1 et 1. Des autres, je n'ai obtenu pour les dix fleurs qu'une capsule et encore elle était mauvaise.

5° J'ai fécondé des fleurs de la même grappe les unes par les autres, et j'ai eu :

De 3	fleurs fécondées,	1	capsule	avec 2 bonnes graines.
5	» »	1	»	avec 1 mauvaise graine.
4	» »	0		
4	» »	1	»	avec 2 mauvaises graines.

6° J'ai frotté le pollen de chaque fleur sur son propre stigmate, et je n'ai pas obtenu une seule capsule de 27 fleurs où cependant les tubes polliniques avaient pénétré dans les tyles.

Ainsi il est évident que les fleurs de *Corydalis cava*, protégées des insectes (fécondées par leur propre pollen), ne donnent pas de capsules. Secondement on obtient rarement des capsules en fécondant l'une par l'autre les fleurs d'une même grappe. Enfin, c'est seulement en

croisant des fleurs d'individus différents que la grande majorité des fécondations réussit. Il ne paraît pas y avoir de différence en employant des fleurs de la même variété quant à la couleur ou de variétés différentes.

Ceci est un cas bien intéressant où la fécondation n'a pas lieu quoique le pollen touche le stigmate de la fleur. L'intervention des insectes est alors nécessaire, et effectivement j'ai vu les abeilles travailler avec activité sur l'espèce. Quand elles fourrent leur tête dans les pétales supérieurs à éperon, elles éloignent du stigmate les deux pétales intérieurs et aussi les anthères qui viennent alors frotter contre l'abdomen. J'ai rarement observé une fleur en plein air, et ouverte depuis quelque temps, sans y trouver le pollen déplacé. Les bourdons visitent aussi ces fleurs mais sans jamais y pénétrer; ils percent l'éperon et sucent le nectar, sans toucher aux organes de la fécondation.

Outre le *Corydalis cava,* j'avais dans ma chambre quelques pieds de *Corydalis solida,* pour lesquels l'entrecroisement d'individus différents s'est montré aussi nécessaire: mais quelques pieds de *Corydalis ochroleuca,* protégés des insectes, dans la même chambre, ont donné quelques bonnes capsules.

LETTRE

DE M. LE PROFESSEUR EISENLOHR

A

M. LE PROFESSEUR DESOR

SUR

L'OUVRAGE DE M. SARTORIUS DE WALTERSHAUSEN

Dans son récent ouvrage[1], M. Sartorius traite la question des glaciers et s'attache à combattre les théories de Venetz, de Charpentier, d'Agassiz, etc.; dans ce but, non-seulement il invoque les objections ordinaires, mais il en emprunte encore d'autres aux sciences exactes. Il est reconnu que, lorsqu'il s'agit des phénomènes de la nature, l'importance des causes et la grandeur de leur influence sont souvent estimées trop haut ou trop bas par ceux qui ne sont pas mathématiciens. Malgré cela, on peut affirmer que les objections théoriques de M. Sartorius contre la théorie de l'origine des glaciers ont bien moins de force que celles qui ont été présentées longtemps avant lui par d'autres auteurs: les siennes sont tirées d'observations diverses sur les rapports actuels des températures prises à différents degrés de latitude, et à diverses hauteurs au-dessus du niveau de la mer, sur les différences climatériques entre les bords de la mer et l'intérieur des terres, etc.

[1] Untersuchungen über die Klimate, etc. Voyez *Archives*, septembre 1866, tome XXVII, p. 41.

Il importe de distinguer deux sortes d'objections, celles qui ont trait à l'*origine* des glaciers et celles qui se rapportent à leur *diminution* ou à leur *disparition* par la fusion. La réduction des glaciers à l'état où ils sont de nos jours n'est pas difficile à expliquer, si l'on envisage l'état climatérique actuel de notre globe en posant pour base comme un fait acquis la distribution de la chaleur et les différences météorologiques telles que nous les observons aujourd'hui à la surface de la terre. Nul ne saurait douter que l'état actuel des glaciers ne doive nécessairement être tel qu'il est avec les circonstances climatériques actuelles, puisque nous sommes témoins de sa durée.

Quant à la question de savoir à quelle cause attribuer l'énorme extension des glaciers, c'est là un des problèmes les plus difficiles. Le fait est constant; qui peut encore mettre en doute l'existence d'une ou plusieurs périodes glaciaires dans les époques qui ont précédé la nôtre? On est en droit de se demander comment M. Sartorius peut contester la possibilité d'attribuer leur origine à une période d'années extraordinairement froides et pluvieuses, et cela en refusant d'admettre une différence de plus de deux degrés entre les circonstances climatériques actuelles et celles des époques passées. M. Sartorius lui-même dit cependant (p. 194) : « L'extension énorme des glaciers a eu lieu, sans doute, pendant la période diluvienne. » Pourquoi donc serait-il impossible que, dans les époques précédentes, il se fût rencontré des périodes d'années pluvieuses plus longues que celle de 1812 à 1819 qui a été très-souvent citée? Les faibles différences de température qu'on observe à l'époque actuelle dans une période quelconque d'années sous un degré quelconque de longitude, mais sous la même latitude,

ou bien à diverses hauteurs au-dessus du niveau de la mer, mais dans la même position géographique, ne fournissent-elles pas une preuve de l'existence de causes agissant dans les époques passées, et qui, se reproduisant dans l'époque actuelle, pourraient également amener des effets extraordinaires ?

Personne ne saurait prétendre que les tentatives qui ont été faites pour expliquer l'extension considérable des glaciers, ne laissent rien à désirer. On est d'accord, au contraire, pour souhaiter qu'on puisse découvrir de meilleurs arguments et observer des phénomènes nouveaux qui puissent appuyer les explications probables qui ont été données. Pour arriver à décider laquelle de ces explications se rapproche le plus de la vérité, il importe de peser la valeur de l'ensemble des raisons qui ont été alléguées pour chacune. Je n'entends point entreprendre maintenant cette appréciation, je veux seulement montrer par quelques exemples comment des démonstrations purement mathématiques se comportent quelquefois vis-à-vis des formules purement empiriques de l'expérience.

M. Escher de la Linth a cherché à expliquer en partie la diminution considérable et rapide des glaciers alpins de l'Europe, en se basant sur un fait incontestable, c'est que le Sahara était une fois le fond d'une mer, et qu'il a été émergé par suite d'un soulèvement. D'après cette théorie, la chaleur brûlante du désert actuel se ferait sentir jusqu'aux Alpes, transportée par le vent du sud, lequel fondrait une quantité de neige et de glace bien supérieure à celle que pouvaient fondre les courants d'air plus froids et plus humides des temps précédents.

Il est également reconnu que le nord de l'Afrique a été plus humide que maintenant, et que les lacs de Syrie,

de Palestine, de même que ceux de la Nubie et de l'Ethiopie, ont été autrefois notablement plus étendus: ce sont là autant de faits généralement admis et concordants.

Afin de combattre ce mode d'explication, M. Sartorius se sert de l'argument suivant (p. 193) : il prétend que la température moyenne du versant méridional des Alpes n'est que de 0°,43 plus élevée qu'elle ne le serait si l'Afrique était de nouveau couverte d'eau, ou, en d'autres termes, si elle revenait à son ancien état. Cette assertion se base sur deux considérations :

1° Sur le tableau III (p.124), qui donne le climat maritime actuel pour ces différentes latitudes de la terre, en supposant tout le globe recouvert d'eau. Il faut observer que ce tableau est calculé d'après les températures moyennes de quelques ports de mer, en prenant pour base une formule empirique.

2° Sur un tableau (p. 191) dans lequel sont données les températures moyennes de plusieurs points situés sur le versant méridional des Alpes, réduites proportionnellement à celle du niveau de la mer. Il faut également remarquer que les réductions sont calculées sur une ancienne donnée reconnue comme inexacte, d'après laquelle l'abaissement graduel de la température qu'on observe à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer, serait proportionnel à la hauteur du point d'observation.

Une semblable objection est de nature à ne contenter personne. Peut-elle servir en rien, soit à celui qui prétend expliquer les faits indiqués ci-dessus, soit à celui qui prétend les nier ? L'action du Föhn, qui peut être étudiée par l'expérience directe, n'est-elle pas bien plus puissante que celle que pourrait produire une différence de température de 0°,43 ?

Les habitants de la vallée des Ormonds distinguent le *vent de l'ouest* du *vent chaud* ou *vent du sud*, tandis qu'ailleurs on confond ces deux vents sous le nom de *Föhn* par la seule raison que tous deux sont chauds. Ces gens assurent que le vent du sud comme le vent de l'ouest favorisent tous deux la fonte de la neige, mais le premier beaucoup plus que le second, parce qu'il est beaucoup plus chaud, tellement qu'en hiver il répand souvent sur les hauteurs une chaleur si extraordinaire, qu'on ouvre les portes et les fenêtres des chalets, afin de les réchauffer. On m'a raconté qu'à la fin de mars 1865 la neige avait atteint, dans la vallée des Ormonds, une hauteur considérable : elle avait en certains endroits une épaisseur de 16 pieds. Le vent du sud, qui depuis le 1er avril souffla sans interruption, était si chaud qu'au bout de quelques jours toute la neige avait disparu dans la vallée. Plus tard, ce vent devint un véritable fléau à cause de la sécheresse qu'il occasionna ; lorsqu'il recommença au moment de la fenaison, il desséchait si rapidement l'herbe fauchée le matin, que le soir, en la râtelant, elle se brisait en petits fragments. Les prairies furent si bien brûlées qu'il n'y eut pas de second foin.

Supposons qu'un courant d'air chaud et sec ait 1 mètre de vitesse, et que, par son contact avec une étendue de neige de 1 mètre carré, il ait été refroidi de 1 degré jusqu'à la hauteur de 1 mètre au-dessus du sol. Supposons ensuite que la densité de cet air ne soit que $\frac{1}{1000}$ de celle de l'eau, ce qui est le cas à une hauteur d'environ 2080 mètres au-dessus du niveau de la mer. Dans ces conditions, 1 mètre cube d'air pèsera 1 kilogramme. Or, pour réchauffer de 1 degré 1 kilogramme d'air, il faut 0,2377 unités de chaleur ; 1 mètre cube d'air perdrait donc, pour

se refroidir de 1° en 1 seconde, 0,2377 unités de chaleur, ou bien transmettrait à la neige 0,2377 unités de chaleur. Ainsi dans chaque seconde $\frac{0^{kg},2377}{79}$ soit 3 grammes de neige se trouveraient fondus sur chaque mètre carré de la surface de la neige. Un résultat analogue se produirait si le vent avait une vitesse de 5 mètres, et se refroidissait de 1° jusqu'à 1 mètre au-dessus du sol, après avoir passé sur une étendue de neige de 5 mètres carrés.

D'après ces données, sur chaque mètre carré de la surface de la neige il se fondrait pendant 1 jour ou en 86400 secondes 3×86400 grammes de neige, soit 260 kilogrammes. Si on évalue la densité de la neige d'après l'époque plus ou moins récente de sa chute, on obtiendra le volume de ces 260 kilogrammes. Admettant, par exemple, que cette densité soit $^1/_5$ de celle de l'eau, les 260 kilogrammes auront un volume de $\frac{260}{1000} \times 5$ mètres cubes, ou bien 1,3 mètre cube.

Ainsi donc, dans les conditions supposées, la hauteur de la neige aurait diminué dans 1 jour de $1^{m},3$, ou de $4\,^1/_5$ pieds. Si l'air se refroidissait jusqu'à la hauteur de 1 mètre au-dessus du sol de $0^{o},5$ seulement, la surface de la neige diminuerait encore de $2\,^1/_6$ pieds. On voit donc quelle quantité de calorique abandonne un kilogramme d'air sec d'une densité de $\frac{1}{1000}$, lorsqu'il se refroidit de 1°, soit qu'il tombe de 20° à 19°, soit qu'il tombe de 30° à 29°. La pression de l'air à la hauteur de 2080 mètres environ est de $585^{mm},2$.

Admettons maintenant la même hauteur au-dessus du niveau de la mer, la même pression, une température de 20° C., et étudions combien 1 mètre cube d'air, non pas

sec, mais saturé de vapeur d'eau, pourra abandonner de chaleur à la neige, s'il se refroidit de 1°. La force élastique de la vapeur d'eau à 20° et à saturation est, d'après M. Regnault, de 17^{mm},391. Le baromètre indiquant 585^{mm},2, la pression de l'air ne sera donc plus que de 585,2—17^{mm},391 = 567^{mm},8. Un mètre cube d'air, à 20° et à 567^{mm},8 de pression, pèse

$$\frac{1000 \times 567,8}{770 \times 760\ (1+0,003 \times 66 \times 20)} = 904^{gr},09.$$

S'il se refroidit de 1°, il devra abandonner à d'autres corps 0,90409 × 0,2377 unités de chaleur. Chaque mètre cube d'air saturé de vapeur d'eau à 20° contient, d'après M. Regnault, 17,23 grammes de vapeur d'eau. Un mètre cube d'air à 19° ne contient que 16,26 grammes de vapeur d'eau.

La quantité de chaleur contenue dans 17,23 grammes de vapeur d'eau à 20°, soit *a*, est (d'après M. Regnault) $a = 0,01723\ (606,5 + 0,305 \times 20) = 10,555$, et la chaleur contenue dans 16,26 grammes de vapeur d'eau à 19°, soit $b = 0,01626\ (606,5 + 0,305 \times 19) = 9,956$ unités de chaleur.

Lors donc que 1 mètre cube d'air, dans les conditions indiquées, se refroidit de 1° sur la neige, la vapeur d'eau à 20° qu'il contient abandonne une quantité de chaleur égale à $a—b$, soit à 0,599 unités. En outre l'air lui-même refroidi de 1° abandonnera également 0,2149 unités de chaleur. En somme, dans ces circonstances-là, la neige aura acquis une somme de chaleur égale à 0,599 + 0,215, soit 0,81 unités.

Dans la plupart des cas, l'air n'est ni entièrement sec, ni entièrement saturé de vapeur d'eau. Admettons que

l'air à 20° ne soit qu'*à demi* saturé de vapeur d'eau, chaque mètre cube en contiendra alors seulement 8,61 grammes, au lieu de 17,23 grammes. La force élastique sera également diminuée de moitié, elle ne sera plus que de $8^{mm},695$, au lieu de $17^{mm},391$. A la hauteur au-dessus de la mer précédemment admise, et le baromètre indiquant $585^{mm},2$, la pression de l'air ne sera plus que de $585^{mm},2-8,695=576^{mm},515$. Le poids de cet air à 20° est de

$$\frac{1000\times576,5}{770\times760\,(1+0,00366\times20)}=917^{gr},9\,;$$

la vapeur d'eau qu'il contient ne pesant que 8,6 grammes, le poids du mètre cube d'air à demi saturé de vapeur d'eau sera de 926,5 grammes, tandis que le mètre cube d'air entièrement saturé à 20° était de 904,09 + 17,23 ou 921,2 grammes. Un mètre cube d'air entièrement desséché à 20°, sous une pression de $585^{mm},2$, pèse, comme il a été dit, 1000 grammes.

Il résulte de ceci que, *à température et à force élastique égales, l'air devient d'autant plus lourd qu'il contient moins d'eau, et que l'air le plus sec est aussi le plus lourd.*

Pour élever de 1° la température des $917^{gr},9$ d'air que nous avions précédemment, il faut $0,918\times0,2377$ unités de chaleur, ou 0,2182 calories ; celles-ci sont acquises par la neige en cas de refroidissement.

Pour former 1 mètre cube de vapeur à 20°, il faut une quantité de chaleur égale à

$$0,01723\ (606,5+0,305\times20)\ \text{calories}\,;$$

pour former $^1/_2$ mètre ou seulement 0,00861 kilogramme de vapeur, il ne faut que la moitié ou seulement 5,2744

unités de chaleur. Il faut du travail, par conséquent de la chaleur, pour dilater cette vapeur d'eau jusqu'à 1 mètre cube ; cette quantité est toutefois assez minime pour qu'on puisse la négliger. Pour réduire ces 8,61 grammes d'eau en vapeur à 19° seulement, il faut 0,00861 (606,5 $+0,305\times19)=5,272$ calories. Si donc la vapeur d'eau de ce mètre cube à demi saturé doit être refroidie de 20° à 19°, il doit abandonner 5,2744—5,2718 ou 0,0026 unités de chaleur. L'air à 20° qui doit être refroidi de 1° perd 0,2182 calories, par conséquent l'air et la vapeur d'eau réunis abandonnent en tout

$$0{,}2182+0{,}0026=0{,}2208 \text{ calories.}$$

Le calcul donnera de même les chiffres suivants pour 1 mètre cube d'air dans les circonstances admises à 20°, ne contenant que les $^9/_{10}$ de l'eau nécessaire à sa saturation, et se refroidissant d'un degré :

	Unités de chaleur.
L'air abandonne à la neige	0,2155
La vapeur d'eau	0,0047
Soit en tout pour le mètre cube	0,2202
Un mètre cube d'air sec abandonne	0,2377
Un mètre cube d'air à demi saturé de vapeur d'eau.	0,2208
Un mètre cube d'air saturé aux $^9/_{10}$	0,2202
Un mètre cube entièrement saturé.	0,8140

Il ressort de l'ensemble des calculs précédents une loi confirmée par des recherches plus générales, c'est que *l'air entièrement desséché abandonne, en se refroidissant d'un certain nombre de degrés, plus de chaleur que de l'air humide, mais non entièrement saturé, qui se refroidirait d'un même nombre de degrés, et dont le refroidisse-*

ment produirait de la pluie. Ce dernier point sera étudié plus tard plus en détail quand nous examinerons ce que devient la chaleur dégagée par la condensation de la vapeur.

Par conséquent, lorsque le vent qui vient du sud est sec, c'est-à-dire lorsqu'il vient du désert, il doit fondre plus de neige que lorsqu'il est humide sans toutefois être saturé. Lorsque le Sahara était encore couvert par les eaux, le vent du sud arrivait infailliblement aux Alpes chargé d'humidité et devait, par conséquent, abandonner moins de chaleur.

Si un courant d'air humide souffle du sud au nord, en passant par-dessus des montagnes glacées, il deviendra d'autant plus humide en avançant vers le nord, parce que sa température s'abaisse et qu'il arrive enfin au point de saturation. Il se produit alors des nuages et de la pluie.

Le refroidissement d'un courant d'air peut aussi se produire par suite de sa jonction avec un autre courant d'air plus froid. Deux cas peuvent alors se présenter, ou bien il n'y a pas de condensation opérée, ou bien il se produit de la pluie. Dans le premier cas, la vapeur d'eau se dilatera dans l'air plus froid et plus sec ; dans le second cas, le refroidissement se produira, parce que, par suite de la condensation, une certaine quantité de calorique se trouvera libérée, c'est-à-dire que l'air plus froid qui a été introduit dans le mélange sera réchauffé, mais le mélange lui-même verra sa température s'abaisser plus que celle de l'air saturé de vapeur d'eau.

En été, la quantité d'eau pluviale tombée dans les Alpes est proportionnellement plus considérable sur le versant nord que sur le versant sud, parce que la neige et les glaces accumulées sur les Alpes produisent nécessai-

rement un abaissement plus considérable de la température de l'air humide, lequel avait été plus fortement réchauffé. En automne, il pleut davantage sur le versant sud, parce que l'air humide a moins de chaleur à perdre; il en est de même en hiver et au printemps.

Sous l'équateur et jusqu'à 10° au nord et à 10° au sud se trouvent en Afrique de grands lacs. Par suite de l'intensité de la chaleur de l'été, il se produit constamment dans ces contrées de l'air humide qui s'élève d'autant plus haut qu'il contient plus de vapeur d'eau, celle-ci étant plus légère que l'air sec, à force élastique et à température égales. Ainsi, par exemple, à 40°, un mètre cube de vapeur d'eau saturée pèse 51 grammes; sa force élastique est de 55^{mm}. Si cette vapeur était introduite dans 1 mètre cube d'air, cet air n'aurait plus qu'une force élastique de 705^{mm}, au lieu de 760^{mm}. Sous cette pression, il pèse 1050,9 grammes. Ainsi un mètre cube d'air saturé de vapeur d'eau à 40° et à 760^{mm} de pression pèse $1050,9+51=1101,9$ grammes, tandis que 1 mètre cube d'air sec à température et à force élastique égales pèse 1132,8 grammes, donc 30,9 grammes de plus. Voici le calcul pour le mètre cube d'air saturé :

$$\frac{1000000\times705}{770\times760\,(1+0,00366\times60)}+51 \text{ grammes};$$

et pour le mètre cube d'air sec :

$$\frac{1000000}{770\,(1+0,00366\times40)} \text{ grammes}.$$

Jusqu'à une température de 50°, la force expansive de la vapeur saturée exprimée en millimètres est à peu près égale au nombre de grammes d'eau contenus dans 1 mètre cube. On voit donc facilement pourquoi, quelle

que soit la température de l'atmosphère et la force élastique e, l'air sec est plus lourd que l'air saturé de vapeur d'eau de la force élastique k, car le poids du premier sera exprimé par :

$$a = \frac{1000000\,e}{770 \times 760\,(1+0{,}00366\,t)} \text{ grammes,}$$

et celui du second sera exprimé très-approximativement par

$$b = \frac{1000000\,(e-k)}{770 \times 760\,(1+0{,}00366\,t)} + k, \text{ grammes,}$$

a est plus grand que b parce que

$$1000000 > 770 \times 760\,(1+0{,}00366\,t)$$

même lorsque $t = 190^\circ$.

On peut en déduire cette loi que l'air humide tend toujours à s'élever dans de l'air sec de température et de force élastique égales.

Ceci du reste, d'après Barth et d'autres voyageurs, peut être observé facilement près des grands lacs de l'Afrique où l'après-midi il se forme très-souvent des orages accompagnés de pluie. Cela tient à ce que l'air humide monte jusqu'à une hauteur telle que le froid qui y règne condense en grande partie la vapeur d'eau.

Dans le Sahara, l'air qui s'élève est toujours réchauffé, aussi les pays du nord de l'Afrique sont-ils très-peu pluvieux, à l'exception de ceux qui se rapprochent de l'Océan atlantique.

Souvent il pleut dans l'air bien au-dessus du désert, mais il ne tombe point d'eau sur le terrain, parce que l'air sec et chaud qui s'en élève constamment la vaporise de nouveau. En revanche, si le Sahara était une mer, il recevrait plus de pluie.

On pourrait maintenant objecter que le soleil envoie pendant l'année tout autant de chaleur sur le nord de l'Afrique, soit que ces contrées se trouvent être émergées, soit qu'elles soient en partie couvertes d'eau, et que, par conséquent, la quantité de chaleur qui est transportée d'Afrique jusqu'aux Alpes par le moyen des vents, doit toujours être la même. Ceci ne serait déjà pas exact par le seul fait que dans les pays d'où il s'élève beaucoup de vapeur d'eau, il se forme souvent des orages, et que ceux-ci sont la cause d'une perte de chaleur. Aucun physicien n'a encore pu expliquer d'une manière satisfaisante pourquoi l'atmosphère se refroidit d'une manière souvent très-sensible après de violents orages. Il est très-probable que la chaleur qui a disparu a été employée comme travail à la production des phénomènes électriques. Dans tous les cas, c'est un fait certain que les orages font perdre de la chaleur à l'atmosphère.

Quelques personnes peu familiarisées avec les lois de la condensation de la vapeur pensent être autorisées à émettre la proposition suivante : *Partout où de la vapeur d'eau se condense et se transforme en eau, une quantité égale de chaleur doit être dégagée, et, par conséquent, l'atmosphère doit être réchauffée.*

Tout le monde sait que, lorsque la vapeur d'eau arrive à se condenser, c'est qu'elle a perdu de la chaleur.

Pour que 1 mètre cube d'air atmosphérique à la température de 20°, à 585^{mm},2 de pression et saturé de vapeur d'eau, se refroidisse de 1°, il faut d'abord qu'il perde, ainsi qu'il a été démontré, 0,814 unités de chaleur. Il ne contient plus ensuite que 16,26 grammes de vapeur d'eau, au lieu de 17,23 grammes, c'est-à-dire 0,97 grammes de moins ; il les a perdus, ils sont de-

venus de l'eau, des nuages, ou bien ils se sont déposés sur le sol, etc. Ces 0,97 grammes d'eau peuvent aussi retomber sur de la neige ou de la glace et là se refroidir à 0°. On ne peut pas dire que de la chaleur ait été mise en liberté ; mais pour que les 0,97 grammes d'eau se refroidissent à 0°, il faut qu'ils perdent $0{,}00097 \times 19$ ou 0,1843 unités de chaleur, quantité suffisante pour fondre $\frac{1000 \times 0{,}01843}{79}$ ou 0,23 grammes de glace. La quantité de chaleur que ce mètre cube d'air humide à 20° pourrait dégager en se refroidissant de 1° au contact de la glace, est exactement la même que la quantité de chaleur qui serait nécessaire pour pouvoir reproduire 1 mètre cube d'air saturé de vapeur d'eau à 20° avec 1 mètre cube d'air saturé à 19°, et avec les 0,97 grammes d'eau qui ont été condensés.

Si l'on veut dégager de la chaleur de l'air ou de la vapeur d'eau ou de tous les deux ensemble, il faut produire un travail, c'est-à-dire comprimer mécaniquement l'air et la vapeur d'eau. Par le fait que l'un donne quelque chose de ce qu'il a, il est impossible qu'il s'enrichisse, à moins que son travail ou celui d'un autre ne remplace plus que la perte. Ainsi, par exemple, un tube qui amènerait du calorique dans une chambre en y amenant un courant de vapeur d'eau saturée à 20°, n'apporterait de la chaleur que tant que la température de la chambre n'aurait pas atteint 20°.

Comment se peut-il faire que certaines personnes, en présence des considérations qui précèdent, puissent arriver à prétendre qu'un vent chaud se produise par le fait que de l'air humide ayant perdu de l'eau par condensation se serait réchauffé par la chaleur mise en liberté par cette condensation ?

Je viens de dire que le soleil envoie toujours la même quantité de chaleur sur le Sahara, soit qu'il soit émergé, soit qu'il soit sous l'eau ; mais il est bien certain que l'air sec aura une action plus destructive sur la neige et la glace des Alpes que l'air humide qui viendrait du Sahara, et cela par d'autres raisons encore que celles qui ont été mentionnées. En effet, l'air humide est plus léger et s'élève plus haut que l'air sec, par conséquent, de même que sur les lacs du centre de l'Afrique, il se refroidira davantage par l'abaissement de la température qui s'accroît avec la hauteur, par le rayonnement dans l'atmosphère raréfié et par les orages qui se forment. En outre, avec la même quantité de chaleur, plus l'air sera pauvre en vapeur d'eau, et plus il se formera de mètres cubes d'air ascendant, lequel produit les courants entre les pays chauds et les pays froids. C'est ce qu'on peut prouver par le raisonnement suivant :

Supposons que l'action du soleil sur l'eau du désert produise dans un certain temps 1 kil. de vapeur à 40°, il suffira pour cela d'une chaleur exactement égale à $606,5 + 0,305 \times 40$ ou 618,6 calories, sans parler de la chaleur de l'eau qui doit toujours se retrouver. La vapeur d'eau à 40° a une densité de 0,00005095 : 1 kilogramme à cette densité occupe, par conséquent, un espace égal à $\frac{0,001}{0,00005095}$ mètres cubes ou 19,6 mètres cubes. Cette vapeur d'eau est mélangée avec de l'air à 40° qui sur le sol aurait une force élastique de 760^{mm}, s'il était à l'état sec; mais comme la force élastique de la vapeur d'eau à 40° est de $54^{mm},9$, celle de l'air n'est que de 760—55 ou de 705^{mm}. Le poids de 1 mètre cube d'air, à une pression de 705^{mm} et une température de

40°, est de $\frac{1000 \times 705}{770 \times 760\ (1+0,00366 \times 40)} = 1,051$ kilogr. Avec les 19,6 mètres cubes de vapeur à 40° s'élèvent aussi 19,6 mètres cubes d'air à 40° qui ont un poids de $19,6 \times 1,051 = 20,6$ kil. Pour élever à 40° la température de 20,6 kil. d'air, il faut près de $20,6 \times 0,2377 \times 40 = 196$ unités de chaleur. La chaleur du soleil utilisée dans le temps supposé, soit pour l'air, soit pour la vapeur d'eau, se monte donc à $618,6 + 196 = 814,6$ unités.

Si l'on fait le calcul dans la supposition qu'il s'est formé avec l'eau du désert 1 kilogramme de vapeur d'eau à 30° seulement, par l'action du soleil, il faut pour cela 615,6 unités de chaleur. La densité de cette vapeur étant égale à 0,00003023, 1 kilogramme occupe l'espace de 33,8 mètres cubes, et comme sa force élastique est de $31^{mm},548$, celle de l'air n'est plus que de $728^{mm},45$, au lieu de 760^{mm}. Le poids de 1 mètre cube de cet air est de 1,121 kilogramme, ainsi celui de 33,8 mètres cubes d'air sera de 37,889 kilogrammes. Pour élever la température de ces 37,889 kilogrammes à 30°, il faut 270 unités de chaleur. La chaleur totale employée se monte par conséquent, dans ce cas, à $615,6 + 270 = 885,6$ unités.

Dans le premier cas, pour 19,6 mètres cubes il a fallu 814,6 unités de chaleur ; dans le second cas, pour 33,8 mètres cubes il a fallu 885,6 unités. Avec les 814,6 unités de chaleur qui ont servi à former 1 kilogramme de vapeur d'eau et d'air à 40°, il aurait pu être formé $\frac{33,8 \times 814,6}{885,6}$ mètres cubes, ou 31,09 mètres cubes de vapeur d'eau saturée et d'air à 30°. La même quantité de chaleur peut donc former 19,6 mètres cubes d'air

humide saturé à 40°, ou 31,09 mètres cubes d'air saturé à 30° qui, au lieu de 1 kilogramme, ne contiendra que $\frac{938}{1000}$ kilogramme de vapeur d'eau.

Ce calcul nous montre *que la même quantité de chaleur solaire produit l'ascension d'une moindre quantité de mètres cubes d'air humide à 40°, que d'air à 30° ou à une plus basse température, et que le plus grand volume d'air à la plus basse température (les 31,09 mètres cubes à 30°) contient une quantité de chaleur égale, mais moins d'eau.*

Si on répétait le même calcul pour des forces élastiques et des températures différentes, on obtiendrait le même résultat. Plus la température de l'air est basse et moins il contient d'eau à volume égal, en restant toujours à l'état de saturation. On peut donc en conclure que l'air humide et chaud qui s'élève de l'équateur devra produire une plus grande quantité d'eau pluviale que l'air humide qui se forme, soit plus au nord, soit plus au sud. Et en effet, tout le monde sait combien les pluies sont abondantes dans les pays tropicaux. Il est donc évident qu'il devrait tomber dans les Alpes beaucoup plus de pluie, si le Sahara venait à être de nouveau couvert par les eaux. M. Sartorius lui-même regarde, avec beaucoup de raison, les années pluvieuses comme étant la cause de l'extension des glaciers.

Plusieurs personnes s'imaginent qu'une certaine quantité de chaleur est mise en liberté par la condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère, c'est-à-dire par la pluie, et elles arrivent à cette conclusion fausse que c'est cette chaleur libérée qui fait disparaître les glaciers. Il a été indiqué plus haut comment les choses se passent lorsqu'il se forme de la pluie par suite de condensation sur

des corps plus froids et solides ; nous allons étudier ce qui arrive lorsqu'un courant d'air froid et sec en rencontre un autre plus humide et plus chaud, et qu'il en résulte de la pluie.

Supposons que les 19,6 mètres cubes d'air humide à 40° précédemment admis rencontrent une quantité d'air sec à une température plus basse, assez considérable pour produire un mélange de 31,09 mètres cubes d'air saturé à 30° et avec une force élastique égale. Ces 31,09 mètres cubes ne contiendraient plus que 938 grammes d'eau, au lieu de 1000 grammes que contenaient les 19,6 mètres cubes : il faudra donc que 62 grammes d'eau aient été condensés. Il se sera formé des nuages ou de la pluie à 30°, sans que pour cela il y ait eu de calorique mis en liberté, car celui que contenaient ces 62 grammes à l'état de vapeur d'eau a été précisément nécessaire pour que les 31,09 mètres cubes aient pu contenir, après le mélange, autant de calorique que les 19,6 mètres cubes en contenaient, et qu'en même temps la température de l'air sec et plus froid qui a été introduit ait pu être élevée à 30°.

La cause ordinaire de la formation des nuages et de la pluie, c'est que l'air humide est plus léger que l'air moins humide d'une force élastique égale : le premier s'élève, jusqu'à ce qu'il se soit suffisamment refroidi, dans les régions plus froides pour arriver au point de saturation complète, et qu'à une température moins froide il se trouve alors sursaturé. Sur de hautes montagnes, le Righi par exemple, on peut observer souvent un phénomène bien connu. Le matin, l'atmosphère est transparente et pure, mais en bas le lac paraît couvert d'épais nuages. Bientôt, sous l'influence de la chaleur du soleil, la couche inférieure de

l'atmosphère, en contact avec les nuages, se sature de vapeur d'eau transparente et monte dans l'air sec et plus élevé jusqu'à une hauteur de 2000 à 2500 mètres. Cette ascension s'opère avec une grande énergie, comme on peut le voir par les particules de nuages qui sont entraînées depuis le lac dans les hauteurs, et qui souvent prennent l'aspect de longs rubans verticaux. Lorsqu'ils sont arrivés en haut, il se forme bientôt de nouveau des nuages produits par ceux d'en bas qui ont disparu, et ensuite il pleut souvent peu d'heures après.

L'abaissement de la température de l'air saturé s'opère naturellement peu à peu ; comme l'air se dilate en s'élevant, il se sature moins ; mais parvenu à une hauteur plus grande, par suite du froid de l'air sec et du rayonnement de la chaleur, il se saturera et se sursaturera. Le calcul suivant le démontre de la manière la plus claire.

Supposons que 1 kil. de vapeur d'eau arrive avec de l'air saturé à la hauteur de 2080 mètres où la pression moyenne est de $585^{mm},2$. Chaque mètre cube d'air saturé devra contenir 17,23 grammes de vapeur d'eau sous $17^{mm},39$ de pression. Les 1000 grammes de vapeur seront donc distribués entre $\frac{1000}{17,23}$ ou 58,05 mètres cubes d'air à une pression de $585,2 - 17,39 = 567^{mm},81$ et élevés à une température de 20°. Cette quantité d'air, ainsi qu'il a été démontré, pèse $0,9041 \times 58,03 = 52,439$ kilogrammes et exige, par conséquent, pour que sa température soit portée de 0° à 20°, une quantité de chaleur égale à $52,439 \times 0,2377 \times 20 = 249,2$ unités.

Pour former 1 kilogramme de vapeur à 20°, il faut une quantité de chaleur égale à $606,5 \times 0,305 \times 20 = 612,6$ unités. Les 58 mètres cubes saturés à 20° contiennent

donc en tout $249,2 \times 612,61 = 861,8$ unités de chaleur et 1000 grammes d'eau.

Après un refroidissement de 1° produit par le mélange avec l'air sec, il y a un excédant d'air saturé à 19° possédant une force élastique égale : 1 mètre cube ne contiendra plus que 16,26 grammes de vapeur d'eau, à $16^{mm},346$ de pression. La pression de l'atmosphère est de $585^{mm},2$, mais il n'en revient à l'air lui-même que $585^{mm},2 - 16^{m},346$ ou $568^{m},85$. Le poids de 1 mètre cube de cet air est de $\frac{1000 \times 568,85}{770 \times 760 (1 + 0,0036 \times 19)} = 0,90891$ kilogr. Ces 0,9089 kilogr. sont élevés à une température de 19° par $0,9089 \times 0,2377 \times 19 = 4,1049$ unités de chaleur : 1 mètre cube de vapeur d'eau à 19° demande pour se former, d'après ce qui précède, 9,956 unités de chaleur ; par conséquent 1 mètre cube d'air saturé à 19° renferme $4,105 \times 9,956 = 14,061$ unités de chaleur.

Avec les 861,8 unités de chaleur contenues dans les 58 mètres cubes d'air saturé à 20° on peut donc former $\frac{861,8}{14,061} = 61,294$ mètres cubes d'air saturé à 19° et d'une force élastique égale. Dans 61,294 mètres cubes sont contenus $61,294 \times 0,01626$ kilogr. $= 0,9965$ kilogr. d'eau ou $1000 - 996,5$ grammes $=$ *3,5 grammes d'eau* de moins que dans les 58 mètres cubes à 20°. Ces 3,5 grammes ont servi à former des nuages ou de la pluie.

Le poids de *l'air* seul contenu dans les 61,294 mètres cubes à 19° que nous avons admis est de $61,294 \times 0,90891$ kil. $= 55,707$ kil. Le poids de l'air seul contenu dans les 58 mètres cubes à 20° est de $58 \times 0,9041 = 52,438$ kilogr.

Nous avons donc à constater l'introduction de 55,707

—52,438=3,269 kil. d'air sec dont la température est encore inconnue.

Le volume des 3,269 kilogrammes d'air, à une pression de 760^{mm}, et à 0° est égal à $\frac{3,269 \times 770}{1000} = 2,517$ mètres cubes. Si l'air était à 19°, avec une force élastique de 568^{m},55, son volume serait de

$$\frac{2,517 \times 760}{568,85} (1+00366 \times 19) = 3,596 \text{ mètres cubes.}$$

Le poids de *l'air* contenu dans les 58 mètres cubes admis était de 52,438 kilogrammes ; son volume à 19°, avec une force d'expansion de 568^{m},85, est de

$$\frac{52,438 \times 770 \times 760}{1000 \times 568,85} (1 + 0,00366 \times 19) = 57,693$$

mètres cubes. Or il y avait en tout 61,291 mètres cubes d'air à une pression de 568^{mm},85 à 19°, donc il a été introduit 61,291 —57,693=3,598 mètres cubes, comme le démontre ce calcul.

La chaleur nécessaire pour former avec de l'eau à 19°, 3,5 grammes de vapeur d'eau à 19° également, se monte à $(606.5-0,305 \times 19-19) \times 0,0035 = 2,0765$ unités. La même quantité de chaleur est libérée d'autre part par la condensation de 3,5 grammes de vapeur d'eau.

Le poids de l'air qui a été introduit est de 3,269 kilogrammes ; si sa température, qui est à x°, est élevée par les 2,0765 unités de chaleur qui ont été libérées, nous aurons $3,269 \times 0,2377 \times x = 2,0765$ unités de calorique, donc $x = \frac{2,0765}{3,269 \times 0,2377}$ ou bien 2°,672.

La température de l'air sec qui a été introduit devrait donc être de 2°,672 plus froide que 19°, ou n'être que de 16°,328 ; sa force d'expansion était de 585^{mm},2. Son

volume, avant son introduction dans l'air saturé à 20°, était égal à 3,269 × 770 × 760 (1+0,00366+16,328) =3.459 mètres cubes. La quantité de chaleur libérée par la condensation de 3,5 grammes de vapeur d'eau a été consacrée à élever de 2°,67 la température de ces 3.439 mètres cubes d'air sec à 16°.328, tandis que par le refroidissement de 58 mètres cubes d'air saturé à 20° il s'est formé 61,291 mètres cubes d'air saturé à 19°.

Cet exemple explique ce qui arrive en général lorsque de l'air saturé vient à entrer en contact avec de l'air plus sec et plus froid et qu'une *condensation* a lieu. *La quantité de chaleur qui est libérée par là ne donne pas lieu à une élévation de température, mais il en résulte seulement que le volume d'air saturé devient plus grand et que sa température s'abaisse.*

On peut s'assurer de l'exactitude de ce résultat par le calcul suivant :

	Unités de chaleur.
Il faut pour la formation de 996,5 grammes de vapeur d'eau à 19° en comptant depuis 0°.	610,14
Pour élever de 0° à 19° la température de 52,438 kil. d'air	236,82
Pour élever de 0° à 16°,328 la température de 3,269 kil. d'air	12,68
Pour élever de 0° à 19° la température de 3,5 grammes d'eau	0,06
Total	859,70

Pour former 58 mètres cubes d'air saturé à 20°, et d'une force élastique égale, avec de l'eau et de l'air à 0°, il avait fallu 861,80 unités de chaleur, soit 2,1 de plus, celles-ci correspondent aux 2,076 unités de chaleur, ou

2,1 unités, qui ont été employées à réchauffer de 2°,672 les 3,269 kilogrammes d'air froid.

Voilà donc ce qui se passe, quand il se forme des nuages ou de la pluie, sans que la chaleur dégagée par la condensation soit absorbée par de la neige, de la glace, des rochers ou d'autres corps solides.

Comme 1 mètre cube à 20° a un poids de 17,23+904,1 =921,3 grammes, et que 1 mètre cube à 19° a un poids de 16,24 + 908,9 =925,1 grammes et que 1 mètre cube d'air sec à 16°, à pression égale, pèse 945,1 grammes, et qu'il est par conséquent plus lourd que les deux premiers, ceux-ci tendent toujours à s'élever, mais ils se mélangent, parce que le second est plus lourd que le premier. Les nuages s'étendent alors toujours plus de tous les côtés, et à la fin une couche élevée de ces nuages laisse tomber de la pluie. Admettons que cette couche ait une épaisseur de 1000 mètres, et que chaque mètre cube produise, comme il a été déjà admis, $\frac{3,5}{58}$ gr. de pluie, il pleuvrait sur un mètre cube 60,23 grammes ou 60,33 centimètres cubes, et il s'y formerait ainsi une couche d'eau de $\frac{60,33}{10000}$ =0,006 centim. d'épaisseur.

La différence entre le poids de l'air saturé à 20° et celui de l'air saturé à 19° sera encore plus faible si le premier n'est qu'à ce point de demi-saturation où le mètre cube ne pèse que 926,5 grammes. Si une couche d'air à demi saturé à 20° vient à en rencontrer une autre d'air saturé à 19°, elles se mélangent, et il faut en chercher la cause plutôt dans la différence de force élastique que dans la pesanteur. La seconde couche abandonne de la vapeur d'eau à la première, la première abandonne de l'air à la seconde.

Dans le cas d'une rencontre semblable et du mélange de couches d'air partiellement saturées et de températures différentes, il se passe un phénomène analogue. Tantôt il se produit de la pluie, tantôt il ne s'en produit point, suivant le degré de la température et la densité : mais jamais la condensation ne libère assez de chaleur pour que la température puisse s'élever, ainsi que le montrent des calculs analogues. Au contraire, la chaleur mise en liberté ne sert qu'à produire un mélange à une température plus basse, mais occupant un plus grand volume.

L'influence de la température moyenne d'un pays sur la disparition des glaciers serait exactement la même dans un pays où la température moyenne de la moitié la plus chaude de l'année s'élèverait à 20° et celle de la moitié la plus froide descendrait à —15°, que dans un autre pays où les moyennes seraient de 10° et —5° ; cela seulement si on ne voulait pas tenir compte de l'agitation de l'air et des extrêmes de température. On sait cependant que, à 20°, il fond beaucoup de neige sur les montagnes, et qu'il en fond peu à 10° ; ce qui est le plus important et ce qui ne doit en aucune façon être négligé, c'est que la neige fondue dans un été chaud peut être regardée comme autant d'enlevé pour l'année suivante ; l'hiver doux à —5° n'enlève rien, l'été à 10° très-peu seulement, l'été à 20° d'autant plus ; en outre, il tombe beaucoup moins de neige dans un pays dont l'hiver est à —15° que là où il est à —5°, parce que 1 mètre cube d'air à —15° ne contient que 1,39 grammes de vapeur d'eau, tandis que, à —5°, il en contient 3,36 grammes. Là où il pleut beaucoup, comme sous le 46° de latitude, sur la côte ouest de l'Amérique du Sud, où les extrêmes de tem-

pérature sont peu éloignés, il y a des glaciers qui vont jusqu'à la mer. Il en aura été de même avant l'époque diluvienne là où la chaleur intérieure de la terre avait encore de l'influence, mais où la chaleur solaire ne pouvait pénétrer à travers les couches épaisses des nuages, tandis que le rayonnement était plus grand à la surface supérieure, car l'air humide tend à s'élever toujours plus haut.

Ceci me conduit à un autre exemple qui montre combien on peut s'égarer lorsqu'on veut mettre en avant des raisons théoriques exclusives. A la page 195 du mémoire de M. Sartorius, la limite des neiges dans la nouvelle Zélande, au 43° de latitude, est déduite du tableau II. Or, ce tableau se base sur une formule calculée approximativement pour l'hémisphère boréal :

$$\tau = -0{,}4 - 4{,}31 \times \sin.\ \varphi,$$

φ représente le degré de latitude et τ la température moyenne de la ligne de démarcation de la neige. On trouve, par exemple, que sous le 45° de latitude $\tau = 3°{,}6$. On ne saurait nier que la température moyenne de la limite des neiges ne peut pas être égale partout, parce que les circonstances climatériques sont différentes, et cependant cette formule est également appliquée à l'hémisphère austral. La hauteur de la limite des neiges est donc calculée d'après cette formule (p. 116), ainsi que l'extension des glaciers au delà de cette limite. On en déduit la hauteur au-dessus de la mer de la limite inférieure du glacier. Mais comme, ainsi qu'il a été dit, quelques glaciers du Chili atteignent le bord de la mer sous le 46° de latitude, ce fait est entièrement en désaccord avec la formule, il faudrait donc que la température de la

mer, qui est de $2^{o},66$ plus basse, exerçât une grande influence sur l'extension des glaciers, et pourtant l'auteur dit encore (p. 190) que l'extension des glaciers de l'époque diluvienne dans les Alpes a dû exiger un abaissement de la température moyenne de 6 à 7°.

D'après les recherches générales de M. Sartorius sur la distribution de la chaleur dans les deux hémisphères, en tenant compte du rapport de la surface des mers à celle des continents, la limite des neiges sous le 45° de latitude serait de $508^{m},7$ plus basse dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal. Il en conclut à l'impossibilité d'une extension considérable des glaciers sous le 45° de latitude à l'époque diluvienne, mais d'après cela il faudrait aussi conclure à l'impossibilité des glaciers du Chili.

Lorsque je compare ce que j'ai lu sur les causes de la formation des glaciers et sur leur grande extension précédente avec ce que j'ai vu dans mes excursions dans les Alpes, il me paraît que les points sur lesquels règne encore le plus d'incertitude sont d'abord la connaissance des extrêmes de la température pendant l'époque diluvienne, la température moyenne étant égale, et ensuite l'influence des courants d'air sec et des courants d'air humide. A ce point de vue, la proposition que je vais faire me paraît d'une grande importance, peut-être d'autres l'ont-ils déjà émise ; quant à moi, elle m'est venue à l'esprit sur le sommet du Hasli, d'où le coup d'œil s'étend sur des roches moutonnées très-rapprochées et sur d'autres rochers à pic qui s'élèvent bien plus haut et n'ont évidemment pas été soumis à l'action des glaciers. *Je crois qu'on devrait d'abord établir une carte de la Suisse, de la Lombardie, du Piémont et de la France, jusqu'à Lyon*

et Grenoble, laquelle, sur un fond blanc, ne contiendrait rien que les limites extrêmes, auxquelles s'est probablement fait sentir l'action des glaciers. Sur cette feuille blanche, on traceraít comme des îles les montagnes, les pointes de rochers, les cimes, qui ne sont pas moutonnées, avec l'indication de leur élévation au-dessus du niveau de la mer. On noterait également toutes les indications qui pourraient servir à préciser l'ancienne extension des glaciers.

L'établissement d'une semblable carte me paraît être une des plus belles tâches et en même temps un moyen de maintenir en honneur la passion des ascensions dangereuses, blâmée à bon droit lorsqu'elle n'a pour mobile aucun motif d'un ordre un peu élevé. Tous les membres du Club alpin suisse pourraient y prendre part après quelque instruction préalable, et en peu d'années il serait possible d'établir un relief indiquant l'ancienne extension des glaciers. Sans doute on finirait par y découvrir un ou plusieurs points qui pourraient servir comme points centraux de systèmes spéciaux et qui seraient à envisager comme maximum de hauteurs. Peut-être bien aussi viendrait-on à reconnaître que tel ou tel groupe d'aiguilles *non moutonnées* convergent vers un point qui serait tout autre que celui duquel partent les *vallées* voisines.

D'après les descriptions de ceux qui ont vu les glaciers du Groënland (par exemple, Voyage de Kane de 1853—1855), il paraît qu'ils s'étendent souvent sur un terrain presque horizontal jusqu'à la mer ; arrivés là ils se brisent par leur propre poids et forment les montagnes de glaces flottantes qui emprisonnent des cailloux et des rochers : dans d'autres localités, où ils ne se dirigent pas vers la mer, ils forment en avant des moraines comme en Suisse : mais aucun observateur n'en a vu atteindre la hauteur

de celles des Alpes, et à plus forte raison n'en a-t-on point vu qui arrivent à une hauteur double ou triple comme plusieurs personnes estiment qu'il faudrait l'admettre pour qu'on pût accepter l'idée de l'extension des glaciers dans les Alpes à l'époque diluvienne.

Il serait d'un grand intérêt pour la science d'organiser une expédition qui visiterait les glaciers de la Norwége, ou mieux encore ceux du Groënland, et étudierait comment ceux-ci peuvent rester constamment en mouvement sans glisser sur des plans inclinés. On s'apercevrait bientôt que la glace plastique des glaciers peut se mouvoir à partir des points les plus élevés de la glace même et non pas seulement des montagnes, et que la loi de la pesanteur n'est pas la seule cause de ce mouvement.

En effet, la glace se dilate environ cinq fois plus que du fer en barre par l'effet de la chaleur, et la moitié de la chaleur nécessaire pour élever de 1° la température de 1 kil. d'eau suffit pour élever aussi de 1° la température de 1 kil. de glace. Une barre de fer de 1 mètre de longueur se dilate de $0^m,0001167$; si elle pèse 1 kil., il faudra pour obtenir cet effet 0,1138 unité de chaleur. Une barre de glace d'épaisseur égale, et pesant 1 kil., a une longueur de $\frac{1 \times 7,8}{0,94} = 8^m,3$, et elle se dilate, par conséquent, si on élève sa température de 1° de $8,3 \times 0,000052 = 0^m,0004316$. Mais comme pour élever la température de la glace de 1°, il faut une quantité de chaleur égale à 0,505, la chaleur de la barre de fer sera, en admettant une répartition égale de calorique, égale à 0,00001167 et celle de la barre de glace $\frac{0,0004316 \times 1138}{5050}$ ou de 0,000099526, c'est-à-dire neuf fois plus considérable

pour une longueur 8,3 fois plus considérable. Il tombera sur cette même longueur 8,3 fois plus de chaleur solaire. Si on pouvait admettre que l'absorption de la chaleur soit aussi considérable pour la glace que pour le fer, les 8,5 mètres de glace devraient absorber dans le même temps 8,5 fois autant de calorique que 1 mètre de fer. La dilatation de la glace serait ainsi de $8{,}3 \times 0{,}000099526 = 0{,}000826$ mètre, tandis que celle du fer serait de 0,00001167 mètre.

Cette dilatation de la glace ne serait pour 1 mètre que de $0^{m}{,}0000995$, soit $0^{m}{,}0001$, ou neuf fois plus considérable. Supposons que la température de la surface d'une barre de glace de 10000 mètres de long se soit élevée pendant la journée de -10° à 0°, c'est-à-dire de 10°, elle devra s'allonger de 10 mètres. Si cette masse de glace se trouve soudée à une autre placée dessous, il en résultera des fissures et des plissements ; les premières pourront se remplir dans des jours plus chauds par de la neige fondue ou des débris de glace qui regèlent plus tard et contribuent ainsi à l'extension de la masse. Dans des pays comme le Groënland, soumis chaque année à des variations de température de -40° à 0°, ces différences doivent occasionner à la surface des glaciers des dilatations et des retraits considérables. L'influence de la dilatation sur le mouvement progressif des glaciers doit être plus forte que celle des retraits, parce que les crevasses qui se forment se remplissent de neige et d'eau. Par suite de la pression considérable que les masses de glace exercent les unes sur les autres, une partie de la glace se trouve réduite en eau, celle-ci pénètre çà et là dans les fissures et les crevasses, une partie se congèle, l'autre coule jusqu'à la partie inférieure du glacier et facilite son mouvement

de progression. Comme la dilatation produite par la chaleur s'exerce de tous côtés, là où une résistance insurmontable ne se fait pas sentir, on ne doit pas s'étonner que les glaciers avancent même sous des angles droits dans des gorges et des vallées.

Tous les faits sur lesquels je viens de dire quelques mots sont déjà passablement connus, mais ils sont bien plus importants pour la solution du problème de l'extension des glaciers que de simples formules ayant trait à la hauteur au-dessus de la mer de la limite inférieure des glaciers actuels, etc.

Carlsruhe, 10 novembre 1866.

E. Eisenlohr.

NOTE

SUR

L'ÉTAT ÉLECTRIQUE DU GLOBE TERRESTRE

PAR

M. le Professeur A. de la RIVE [1].

A partir des premières observations de de Saussure et de Volta, il a été constaté par un grand nombre de physiciens, et il est généralement admis maintenant, que dans l'état normal l'atmosphère est chargée d'électricité positive, et que cette électricité va en croissant à partir de la surface du sol où elle est nulle jusqu'aux plus grandes hauteurs auxquelles on ait pu atteindre. Le globe terrestre, par contre, est chargé d'électricité négative; c'est ce que prouvent un grand nombre d'observations, les unes directes, les autres indirectes; c'est d'ailleurs la conséquence nécessaire de la présence de l'électricité positive dans l'atmosphère, l'une des électricités ne pouvant se manifester à l'état libre sans qu'une quantité équivalente de l'autre ne se manifeste également.

A la surface de contact de l'air atmosphérique et de la partie solide ou liquide du globe terrestre, il existe une couche d'air dont l'état électrique est neutre ; les deux électricités doivent s'y neutraliser constamment, vu que la cause (probablement souterraine) qui les dégage, agit

[1] Cette note a été provoquée par un mémoire de M. Matteucci *sur les courants électriques de la terre*, inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Février 1867, tome X de la 4me série, p. 148.

nécessairement sans interruption. Cette neutralisation est naturellement facilitée dans les plaines et au-dessus des mers par l'humidité toujours considérable dont y sont imprégnées les couches d'air en contact avec le sol. Mais il n'en est plus de même sur les sommets des montagnes et surtout au haut des pics élevés ; la sécheresse de l'air et du sol doit y rendre la combinaison des deux électricités plus difficile et leur permettre d'acquérir, la négative dans le sol, la positive dans l'air, un degré de tension passablement énergique. C'est ce que démontre, d'une part, la forte électricité positive que l'air possède à ces grandes hauteurs, d'autre part, l'attraction qu'exercent les montagnes, en vertu de leur électricité négative, sur les nuages positifs formés dans l'atmosphère.

Maintenant, que se passera-t-il si on réunit par un fil télégraphique une plaque métallique implantée dans le terrain de la plaine, avec une autre plaque métallique implantée dans le sol d'un lieu élevé ? Si l'électricité négative, dont sont chargées inégalement ces deux localités, était à l'état parfaitement statique, le fil conducteur devenant partie intégrante de cette portion de la surface de la terre qui les sépare, il ne s'y produirait aucun phénomène dynamique. Mais, comme nous l'avons remarqué, il y a dans la partie basse un écoulement continu de l'électricité négative du sol vers la positive de l'air, qui produit la couche neutre ; il en résulte donc nécessairement un transport de l'électricité négative de haut en bas, soit, ce qui revient au même, un courant d'électricité positive ascendant, dans le fil conducteur qui réunit deux lieux inégalement élevés au-dessus du niveau de la mer.

On trouve ainsi l'explication d'un phénomène observé à plusieurs reprises et dans des conditions à l'abri de toute

objection, par M. Matteucci. Le savant physicien italien a constaté, en effet, que dans tout circuit mixte formé d'une couche de terre et d'un fil métallique dont il fait plonger les extrémités dans le sol en prenant les précautions les plus minutieuses pour éviter toute action thermique ou chimique, le fil est parcouru par un courant électrique qui y circule dans une direction constante, toutes les fois que les portions du sol dans lesquelles plongent ses extrémités sont situées à des hauteurs différentes. Ce courant est ascendant dans la partie métallique du circuit; son intensité augmente à mesure que les lignes sont plus longues, et surtout que la différence de niveau entre les extrémités est plus grande. M. Matteucci s'est de plus assuré que dans la station élevée il y avait dans l'air des signes très-forts d'électricité positive, tandis que ces signes manquaient ou étaient très-faibles dans la station inférieure située au fond de la vallée[1].

En vue de confirmer l'exactitude des considérations que je viens d'exposer, et au moyen desquelles je suis parvenu à expliquer le phénomène observé par M. Matteucci, j'ai essayé de le reproduire au moyen d'une expé-

[1] Dans les premières expériences de M. Matteucci, faites à Turin, la longueur du circuit métallique en ligne droite était de 600 mètres et la différence de niveau des deux électrodes de 150 mètres. Des expériences semblables, faites dans l'été de 1866 dans les collines près de Florence avec une différence de niveau de 55 mètres seulement, ont donné les mêmes résultats. Enfin les expériences les plus récentes ont été faites sur une ligne de 45 kilomètres, dont les extrémités étaient à une différence de hauteur de 542 mètres entre Pontevedra et Volterra. Malgré la grande résistance de la partie métallique du circuit, dont la longueur était de 45,000 mètres au lieu de 5 ou 600, on obtenait un courant dont l'intensité était beaucoup plus grande que celle du courant observé dans les courts circuits de Turin et de Florence. Tout se passe donc conformément à ce qu'indique la théorie comme nous venons de le voir.

rience de laboratoire dans laquelle j'ai cherché à réunir les conditions qui existent d'elles-mêmes dans la nature. Dans ce but, j'ai placé sur un pied isolant une sphère de 30 centimètres de diamètre environ, faite de terre poreuse ou de bois recouvert de papier buvard, de manière à pouvoir, dans l'un et l'autre cas, en en humectant la surface, avoir un conducteur humide représentant la terre. J'ai fixé au sommet de la surface humide de la sphère, en contact avec cette surface, un petit disque métallique ; j'en ai fixé un second de la même manière à 90° environ du premier, puis j'ai réuni les deux disques par le fil d'un galvanomètre ; aucun courant ne s'est manifesté, vu l'homogénéité des disques et la pureté de l'eau ; en électrisant la sphère soit positivement, soit négativement, je n'ai également obtenu aucun signe de courant. Mais j'ai suspendu, au moyen d'une tige isolante, au-dessus de la sphère, à une distance seulement de 2 ou 3 centimètres, une plaque métallique ayant la forme d'une calotte sphérique et d'une dimension telle qu'elle ne recouvrait que la partie supérieure de la sphère au milieu de laquelle était le disque métallique supérieur, et non par conséquent la portion sur laquelle l'autre disque était placé. J'ai fait arriver d'une manière continue à la sphère isolée représentant la terre, l'électricité négative d'une machine électrique dont l'électricité positive était transmise en même temps à la calotte sphérique représentant l'atmosphère. Aussitôt le galvanomètre a accusé un courant prononcé et très-régulier, qui était dirigé du disque inférieur au disque supérieur. Or, le disque supérieur se trouvait dans la portion de la sphère où, sous l'influence de l'électricité positive de la calotte placée au-dessus, s'accumulait le plus d'électricité négative, tandis que le

second disque était situé dans la portion de la sphère soustraite à cette influence, celle par conséquent où il n'y avait qu'une faible quantité d'électricité négative, laquelle s'écoulait graduellement dans l'air ambiant. Le courant cheminait donc dans un fil qui réunissait deux parties inégalement électrisées de la sphère négative, de la partie la moins électrisée à celle qui l'était le plus, exactement comme cela a lieu dans le phénomène naturel observé par M. Matteucci, dont l'expérience que je viens de rapporter est la représentation exacte.

Lorsqu'en approchant de trop près de la sphère négative la calotte positive située au-dessus, je déterminais une série de décharges, l'aiguille du galvanomètre déviait tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, présentant des mouvements tout à fait irréguliers, au lieu de conserver la déviation constante qu'elle avait quand il n'y avait point de décharge. Or, c'est ce qui se passe aussi dans la nature, M. Matteucci ayant observé que pendant les orages, surtout lorsque les décharges électriques avaient lieu près du fil télégraphique, les oscillations de l'aiguille du galvanomètre étaient brusques et fréquentes. Par contre, dans les jours clairs et calmes, les seuls où le phénomène normal pût être bien observé, la déviation restait à peu près constante, l'aiguille oscillant seulement un peu lorsque le vent soufflait avec force, ce qui est facile à comprendre en tenant compte des perturbations dans l'état électrique de l'atmosphère, surtout dans le voisinage de la station la plus élevée, qu'un vent intense devait nécessairement amener.

Je n'insiste pas sur les autres phénomènes du même genre beaucoup moins importants observés par M. Matteucci, tels que la présence de courants très-faibles et de

sens très-variables dans un fil aboutissant à deux points de la surface de la terre situés sur un même parallèle et au même niveau ; évidemment l'état électrique de ces deux points devait être le même ou seulement différer légèrement, tantôt en plus, tantôt en moins, par l'effet de circonstances accidentelles. M. Matteucci a aussi observé de légers courants cheminant du Sud au Nord dans des fils situés horizontalement dans la direction du méridien, ce qui prouve que la tension négative de la terre doit augmenter graduellement de l'équateur aux pôles, où elle est à son maximum. Mais cet accroissement ne doit être sensible que dans de grandes plaines, où des différences de niveau n'amènent pas les modifications locales dont nous avons reconnu l'existence et constaté la cause.

Cet accroissement est du reste la conséquence naturelle de l'influence que doit exercer sur l'électricité négative du globe terrestre la grande quantité d'électricité positive accumulée dans l'atmosphère près des pôles, par l'effet des vents alizés. J'ai déjà fait voir ailleurs que ce sont les décharges qui ont lieu entre ces deux électricités aux régions polaires, qui donnent naissance aux aurores polaires et aux courants électriques qui les accompagnent, courants autrement puissants que ceux dont nous venons de parler, et dont ils diffèrent non-seulement par l'intensité, mais aussi par la direction.

On le voit : les phénomènes électriques qui se passent à la surface de notre globe et dans notre atmosphère, sont passablement complexes. Il y a d'abord un fait général, savoir l'accumulation par l'effet des vents alizés, dans l'atmosphère des régions polaires, de l'électricité positive dont l'air des régions équatoriales se trouve constamment chargé par les particules de vapeur qui s'élèvent des mers.

L'influence de cette électricité positive accumule en même temps autour des pôles une grande proportion de l'électricité négative que possède la partie solide du globe. Les décharges plus ou moins fréquentes et plus ou moins intenses qui ont lieu entre ces deux électricités accumulées, donnent naissance aux aurores polaires souvent très-brillantes, quelquefois peu visibles, mais dont l'apparition est toujours accompagnée de courants électriques circulant dans le sol, et dont la présence est accusée soit par leur action directe sur les aiguilles de boussole, soit par leur transmission à travers les fils télégraphiques.

Il y a, outre ce fait général, des phénomènes partiels et locaux provenant des inégalités de tension dans la distribution plus ou moins variable de l'électricité, soit positive, soit négative, dont sont respectivement chargés l'atmosphère et le globe terrestre proprement dit. Tels sont ceux qu'a observés M. Matteucci et auxquels j'ai fait allusion dans cette note; tels sont encore les orages ordinaires; l'attraction des nuages par les montagnes tiennent à la même cause, et il est probable que bien d'autres phénomènes naturels, tels que les trombes, par exemple, ont aussi la même origine.

L'ORIGINE DES VARIÉTÉS

SOUS

L'INFLUENCE DU CLIMAT ARTIFICIEL DES JARDINS

FRAGMENTS DE PHILOSOPHIE HORTICOLE

PAR

M. ÉDOUARD MORREN [1].

Les *Perlargonium zonale* au feuillage multicolore, c'est-à-dire diversement nuancé de vert, de blanc ou de jaune et de rouge ou d'orangé, jouissent en ce moment de la prédilection des amateurs de jardin. Les plus connus du groupe sont désignés sous les noms de *Mistress Pollock* et de *Sunset,* mais il en existe plusieurs autres et à chaque instant on en signale encore de nouveaux. D'un autre côté, ce même *Pelargonium zonale,* qui, d'une part, est en train de donner toutes ces variétés de feuillage, fournit d'autre part des variétés à fleurs doubles. La mieux appréciée est celle que l'on appelle la Gloire de Nancy.

Ces faits, intéressants en eux-mêmes pour l'horticulteur, ont une importance particulière pour le botaniste. Ainsi, d'abord, il est remarquable que ces deux séries de variations se développent isolément et s'excluent l'une l'autre. Toutes les feuilles au feuillage panaché ont les fleurs simples et, réciproquement, dans les variétés à

[1] L'auteur a modifié lui-même, pour la présente publication, l'article qu'il avait inséré dans son journal, la *Belgique horticole*, novembre-décembre 1866.

fleurs doubles, le feuillage est unicolore. Non-seulement il n'est pas panaché, ce qui s'explique, mais, de plus, la zone rouge-brun en forme de fer à cheval qui appartient normalement aux feuilles de ce *Pelargonium*, appelé pour cette raison *zonale*, a elle-même disparu. Si l'on voulait expliquer cette disparition, on pourrait l'attribuer à la multiplication des pétales de la corolle, comme si la matière rouge nécessaire pour les teindre passait des feuilles dans ces pétales, ou plus exactement, comme si l'élaboration de ces pigments rouges se concentrait désormais tout entière dans les fleurs.

Cette explication se justifie par un phénomène analogue observé et signalé, il y a quarante ans, par Charles Morren, dans les *Orchis maculata* et autres du même groupe. On sait que ces plantes ont les feuilles mouchetées de rouge-brun et les fleurs pourpres. Le pigment de ces deux couleurs est en réalité le même. Or, à mesure que les fleurs se colorient, les feuilles se décolorent ; souvent, quand l'Orchis est en floraison, les feuilles sont monochromes.

Une autre réflexion, d'un ordre plus important, nous est suggérée par ces variations récentes du *Pelargonium zonale*, et elle a le mérite de l'actualité en présence de la discussion ouverte depuis quelques temps dans les journaux anglais d'horticulture, relativement à l'origine des variétés *Mistress Pollock* et autres de la même catégorie. Il s'agit de savoir si ces variétés sont provenues de croisement, de simples semis ou par dimorphisme et dichromisme, comme dit M. Carrière, c'est-à-dire par un rameau latéral en termes ordinaires de jardinage. Les assertions les plus contradictoires sont en présence. Nous croyons que la vérité est répartie dans toutes ces opinions,

c'est-à-dire que l'origine de ces variétés est multiple et variée. Nous en avons nous-même vu en apparaître une sous nos yeux, dans notre jardin, sur un pied ordinaire de *Pelargonium zonale* de la variété Amélie Griseau. Deux ou trois rameaux de ce sujet se sont développés avec des feuilles marbrées et flambées de vert, de jaune et de rouge : détachés et bouturés, ils ont fourni une variété désormais fixée. D'autres variétés du même groupe ont pu se montrer parmi des semis, mais nous avons peine à croire qu'elles aient pu être le résultat des fécondations artificielles, opération toujours délicate et chanceuse, même chez les *Pelargonium* et surtout de la part des horticulteurs praticiens.

Outre la diversité d'origine, on doit admettre l'apparition simultanée de ces variétés, à la fois chez les divers horticulteurs d'Angleterre, de France, de Belgique et sans doute d'autres contrées encore. Ce ne sont pas MM. Henderson, Standish, etc., qui les ont toutes *gagnées*, comme on dit en langage ordinaire. Outre l'exemple qui nous est personnel et que nous avons rapporté plus haut, nous pouvons encore citer à notre connaissance les cultures de MM. Mawet, horticulteurs à Liége, où il en est apparu une autre, mise dans le commerce, pensons-nous, sous le nom de *Comte d'Argenteau*. Le fait que nous signalons est d'ailleurs établi dans le monde horticole. Il en résulte pour nous que ces variations ne sont pas des résultats plus ou moins volontaires et directs de l'influence de l'homme sur l'espèce, ni la conséquence de telle ou telle opération ou fécondation plus ou moins artificielle, ni une suite du pouvoir que le jardinier exerce sur la plante. Ce n'est pas une dépression : c'est une évolution : ce n'est pas *a posteriori*, c'est *a priori*, si nous pouvons

ainsi parler. Ces variétés, croisements, semis ou accidents, sont la conséquence indirecte mais fatale, naturelle et spontanée du développement propre à l'espèce sous l'influence du climat artificiel des jardins.

Nous voyons dans ce fait une preuve nouvelle de la vérité des opinions émises par M. Darwin.

Nous dirions volontiers, pour bien faire comprendre notre pensée, sans nous préoccuper de l'expression rigoureuse à lui donner, que toutes ces variétés étaient et sont dans l'air, et qu'elles se montrent parce que leur jour est venu. Plus exactement, elles sont la conséquence forcée de l'état dans lequel se trouvent les Pelargonium dans les jardins, en 1864 ou 1865, en comprenant dans cette donnée les croisements, les hybrides et les races, c'est-à-dire le sang de nos Pelargonium domestiques. Semis ou dimorphisme, l'origine de ces variétés est une sorte de disjonction accompagnée d'évolution propre.

Dans cette manière de voir, l'*art du jardinier*, au point de vue de son influence *directe* sur l'apparition des variétés, est quelque peu amoindri. Son rôle reste le même et il grandit quand on le considère comme provoquant et secondant l'évolution propre des espèces qu'il soumet au climat artificiel du jardinage.

Les Pelargonium à fleurs doubles sont une seconde confirmation de l'opinion que nous venons de hasarder. En effet, ces Pelargonium se sont en même temps doublés dans plusieurs jardins à la fois. Il en est venu à Clermont, à Nancy, chez M. Lemoine, chez M. Chaté et sans doute chez d'autres. Cette apparition a été précédée depuis quelques années de plusieurs cas accidentels et éphémères. Les premières fleurs doubles l'étaient peu. Les dernières sont meilleures et il en viendra d'autres qui leur

seront supérieures. C'est incontestable. Cet exemple de Pelargonium à fleurs doubles vaut même mieux que le précédent. Personne ne peut soutenir que ces variétés sont des conséquences directes de croisements ou de fécondations artificielles. On ne connaît pas le moyen de provoquer à volonté la duplicature des fleurs. Cette apparition est toute spontanée. Rare dans la flore rurale, elle est, au contraire, fréquente dans la flore horticole. Les motifs de cette différence sont faciles à déterminer. Il n'en est pas moins vrai que dans le sein de la flore horticole, sous l'influence de ce milieu qu'on appelle un jardin, l'apparition d'une fleur double est spontanée. Une fois cette fleur obtenue et fixée, quelque imparfaite qu'elle soit, on peut s'en servir par des fécondations croisées ou par des sélections pour en obtenir d'autres meilleures. Mais on aurait tort de croire que toutes les fleurs doubles de cette espèce ainsi traitées vont descendre de ce seul parent. En général, nous parlons des plantes de la floriculture, il se manifeste plusieurs souches ou plusieurs foyers, et cette manifestation est synchronique.

Nous en pouvons citer pour preuve le *Chryseis (Escholtzia) californica*. Il est habituellement simple. Cependant, il en existe depuis peu de temps une race double assez bien fixée. Déjà avant que cette race ne fût dans le commerce, on pouvait voir çà et là dans les corbeilles un Chryseis double, mais cette duplicature disparaissait avec lui. Après maintes et maintes apparitions semblables, la duplicature est devenue plus fréquente et enfin elle s'est fixée. Il en est de même pour le *Portulacca grandiflora*, dont on possède aujourd'hui des races à fleurs doubles assez constantes. Mais avant la fixation définitive de cette race, on avait déjà, à plusieurs reprises, signalé des Por-

tulacas doubles qui se sont éteints. Même remarque pour le *Chryseis californica* à fleurs blanches.

D'ailleurs, les exemples de cette évolution spontanée et naturelle des plantes horticoles abondent. Nous nous bornerons à citer le *Primula prænitens (sinensis)* le *Gloxinia speciosa*, le Dahlia.

A l'appui de nos assertions précédentes relativement à l'origine des Pelargonium à fleurs doubles, nous pouvons citer une communication faite au commencement de cette année par notre savant confrère et ami M. Henri Lecoq, de Clermont-Ferrand, à la *Revue horticole* (1866, p. 26).

Depuis plus de dix ans, dit M. Lecoq, j'avais dans mon jardin un *Pelargonium zonale* semi-double auquel je ne faisais aucune attention. Ce Pelargonium était répandu dans la plupart des jardins de Clermont, et, j'avoue toute mon ignorance, je croyais cette plante commune et connue partout. Elle était semi-double, assez vigoureuse et peu florifère. Ce Pelargonium est le *Triomphe de Gergovia*; il est fertile et donne assez souvent des graines. En 1863, une exposition eut lieu à Clermont, et M. Amblard, horticulteur, présenta plusieurs pieds de Pelargonium à fleurs doubles, dont un seul, entièrement plein et très-beau, fut conservé. Il provenait des graines du *Triomphe de Gergovia*. Je l'ai décrit, ajoute M. Lecoq, dans la *Revue horticole* (1864, p. 303) sous le nom de *Gloire de Clermont*. M. Van Houtte acheta l'édition de cette nouveauté. A peine cette acquisition fut-elle connue, que M. Domas, horticulteur à Riom, présenta un autre Pelargonium double, mais moins parfait que celui de M. Amblard. Vers cette même époque, M. Ferrier reçut

d'un horticulteur de Clermont, M. Antoine Pabot, un autre *Pelargonium zonale* à fleurs doubles, différant des deux précédents et moins beau. Ce dernier figure maintenant sur les catalogues sous le nom de *Martial Champflour,* amateur chez lequel M. Pabot était jardinier. En résumé, ces quatre Pelargonium doubles sont : *Gloire de Nancy* (*Ranunculiflora plenissama* du catalogue de M. Van Houtte) : *Ferrier ; Martial Champflour* et *Triomphe de Gergovia.* Tous quatre sont d'origine auvergnate.

Ils sont surpassés par la *Gloire de Nancy,* mise dans le commerce par M. Lemoine, horticulteur de cette capitale de l'ancienne Lorraine.

Sans répéter l'histoire de l'*Aucuba,* nous croyons devoir rappeler qu'il fut introduit en Europe en 1783. Le plant était femelle. C'est de lui que sont issus, par boutures, tous les Aucubas, en nombre incalculable, qui ornent les jardins d'Europe et d'Asie. En l'absence d'étamines, leurs fleurs mouraient vierges. En 1860, M. R. Fortune rencontra aux environs de Yedo un *Aucuba* mâle. Il l'envoya soigneusement à M. Standish, horticulteur à Ascot, qui le traita si bien que, depuis 1863, il donne des fleurs, dont le pollen est immédiatement utilisé pour faire fructifier les Aucubas femelles, parmi lesquelles il n'y avait plus eu de noces depuis 1783. Vestales par nécessité, elles montrèrent bien vite que les facultés reproductives n'étaient pas abolies chez elles. L'union fut donc féconde et bientôt l'on put voir, d'abord à l'exposition universelle d'horticulture à Bruxelles, en 1864, et sans tarder un peu partout, des baies d'un beau rouge de cerise émailler le frais feuillage des *Aucuba.* Ce fut toute une révolution. Les graines ainsi obtenues confiées à la terre

donnèrent toute une progéniture nouvelle. On devait s'attendre, d'après les précédents, à voir les jeunes Aucubas nés en Europe devenir, en grandissant, les uns d'un sexe, les autres d'un autre, c'est-à-dire être dotés soit d'étamines, soit de pistils. Mais cela n'arriva pas.

M. Ch. Lemaire a publié, dans son *Illustration horticole*[1], que « chez M. Narcisse Gaujard, horticulteur-pépiniériste à Gand, un individu, obtenu d'un semis de graines de l'*Aucuba japonica* ordinaire, a développé, en janvier 1866, une panicule thyrsoïde, luxuriante, dont *toutes les fleurs étaient hermaphrodites,* ainsi que nous l'avons constaté, dit M. Lemaire, *oculo nudo vel lente armato.* Quatre étamines parfaitement constituées flanquaient donc un style également normal, et dont le stigmate nous a paru même un peu plus large et légèrement lobé. »

M. C.-A. Carrière vient de publier une observation semblable[2] :

« Un fait des plus importants au point de vue scientifique, qui est de nature à modifier profondément les idées admises en général relativement à la valeur des sexes dans la classification des plantes, a été rapporté dans la séance du 4 courant (décembre 1866) de la Société royale d'horticulture de Londres. Dans cette séance, M. Standish a présenté un pied d'*Aucuba hermaphrodite* provenant d'un semis fait par lui. La preuve du fait ressortait de la plante même, puisqu'elle était encore munie de ses cotylédons, et qu'elle portait au sommet une inflorescence dans laquelle on remarquait des fleurs hermaphrodites. »

[1] Voir *Illustration horticole*, 1866, mai, p. 30 des miscellanées, et 1867, janvier, planche 503, verso.

[2] Dans la *Revue horticole*, 1867, janvier, nº 1, p. 7.

M. Lemaire a réclamé [1] sur ce que ni M. Standisch, ni M. Carrière ne paraissent savoir ou se souvenir que le fait était déjà connu. Qu'est-ce que cela prouve, si ce n'est que la science et la pratique ne sont pas toujours *liseuses*. Les droits de priorité en faveur de MM. Lemaire et Narcisse Gaujard sont d'ailleurs incontestables : les dates sont là et le tribunal de l'histoire portera incontestablement un arrêt en faveur de Gand, contre Londres et Paris.

Mais nous, loin de nous plaindre, nous avons été heureux d'entendre raconter deux fois la même histoire. Nous allons en profiter pour la raconter une troisième fois.

Quoi qu'il en soit, nous nous rappelons parfaitement avoir vu, nous aussi, l'été dernier, dans les serres de M. Jacob-Makoy, à Liége, un *Aucuba* ayant les étamines et le pistil réunis dans le même périanthe.

L'hermaphroditisme des *Aucuba* est donc une manifestation de l'évolution accomplie par cette espèce sous l'influence générale du climat artificiel des jardins d'Europe.

Voilà trois localités à notre connaissance, Gand, Londres et Liége, où le fait s'est produit, et de plus où il a été signalé. Nous sommes persuadé que, si chacun voulait parler, on en dirait bien davantage, et que la même histoire serait encore racontée un grand nombre de fois. Mais ces trois nous suffisent. On ne peut admettre ici ni hybridation, ni croisement. Il y a eu simple fécondation de l'espèce par elle-même. Et en même temps, *comme si la chose était dans l'air,* le même résultat extraordinaire

[1] *Illustration horticole*, 1867, janvier, p. 1, au verso.

s'est manifesté sur plusieurs points à la fois. Cette manifestation n'est donc pas locale, elle est générale ; elle n'est pas le résultat de l'art du cultivateur, elle est spontanée. Il est incontestable que, dans l'ordre de la recherche des causes finales, ou, comme on dit aujourd'hui avec M. Darwin, au point de vue de la sélection, cette transformation d'une plante dioïque en plante hermaphrodite après une stérilité locale, fortuite et forcée de 80 années, est un fait qui peut donner matière à réflexion. Remarquons encore que le fait ne s'est pas produit au Japon, patrie de la plante, mais en Europe, où elle était comme déportée, c'est-à-dire en dehors des limites de son aire naturelle. Nous n'avons jamais entendu dire que les Aucuba fussent hermaphrodites au Japon. Sans doute ils n'en ont pas besoin. Au contraire, M. R. Fortune rapporte que les pieds mâles y sont fort rares. On ne les estime guère parce qu'ils sont moins beaux que les femelles aux perles rouges comme du corail. Ils suffisent à la besogne toutefois, puisque la fructification de leurs compagnes est assurée. Mais en Europe c'est différent, et, en effet, le climat, les conditions de la sélection, la direction de l'évolution sont différents aussi. Cette observation est un des plus beaux exemples d'acclimatation, dans le bon sens du mot, qu'on puisse citer.

Nous pouvons encore citer un fait relatif au Peuplier d'Italie.

M. André Leroy écrit dans la *Revue horticole* [1] :

« D'où vient le *Populus fastigiata*, appelé aussi Peuplier d'Italie ? C'est ce que, sans aucun doute, personne

[1] Année 1867, p. 73.

ne saurait dire. Sur ce sujet comme sur tous ceux qui se rapportent à l'origine des choses, on ne peut qu'émettre des hypothèses. Provient-il de graine, ou bien est-il le résultat de ce que certaines gens appellent « des jeux de la nature, » certaines autres « un accident, » et que d'autres encore nomment *dimorphisme?* Nous penchons pour ce dernier et nous allons dire pourquoi. Depuis plus de dix ans que ce fait nous préoccupe, nous n'avons jamais passé devant un Peuplier d'Italie sans l'examiner, afin de tâcher de découvrir quelques indices pouvant trahir son origine. Presque toujours, rien! tous étaient tellement identiques qu'ils paraissaient calqués sur un même modèle, aussi en avons-nous conclu (très-probablement avec raison) que tous les arbres de cette forme qui existent proviennent d'un même individu, sont les enfants d'une même mère! Nous avons dit ci-dessus *presque,* parce que, récemment, nous avons découvert un certain nombre de pieds de ce peuplier qui, à diverses hauteurs, portaient des branches défléchies ; un peu au-dessus de ces branches écartées, les ramifications étaient diffuses, peu compactes, et les rameaux, au lieu d'être grêles et effilés, étaient gros, comme flexueux et un peu monstrueux..... »

La lecture de cette communication du célèbre arboriculteur d'Angers nous impressionna particulièrement, parce qu'elle nous remit en mémoire une remarque que nous avions faite quelques jours auparavant. En nous promenant au Jardin botanique de Liége, nous remarquâmes un groupe de peupliers d'Italie, âgés de dix années environ et dont les branches étaient singulièrement étalées. Ces arbres ne méritent pas en réalité le titre de Peupliers pyramidaux : leurs rameaux, loin d'être fasti-

giés, sont divariqués. Le fait signalé par M. André Leroy acquiert ainsi à nos yeux une importance spéciale. Il est même extraordinaire en ce que cette variation s'est produite en dehors de toute multiplication sexuelle et par simple bouturage. On ne connaît, en effet, que les pieds femelles du Peuplier d'Italie qui paraît être une forme du Peuplier noir (*Populus nigra* L.).

Nous rappellerons à ce propos que M. le baron Éd. de Sélys-Longchamps a signalé [1] l'apparition d'un Peuplier de Virginie (vulgairement *Canada*) parfaitement pyramidal, parmi une plantation dont tous les autres plants avaient conservé intacts les caractères habituels de cette espèce (*P. virginiana* Desf.).

On sait, d'ailleurs, que tous les arbres pyramidaux ou fastigiés sont de simples variétés issues d'un type à cime étalée : le chêne pyramidal, l'Acacia pyramidal, l'orme pyramidal sont respectivement des variétés du chêne, de l'Acacia et de l'orme communs. Il en est de même quant à l'origine des arbres pleureurs, tels que le saule, le bouleau et d'autres.

Une foule de variétés se sont manifestées dans le sein d'espèces n'ayant jamais été hybridées avec d'autres. Nous citerons le Blé, la Pomme-de-terre, le Pêcher, le Dahlia, la Pensée, la Verveine, la Reine-Marguerite, le Phlox de Drummond et tant d'autres qu'on voudra.

Toutes les variétés de ces espèces appartiennent bien à ces espèces, puisqu'elles n'ont aucune rivale dans leur voisinage.

On pourrait répondre qu'il ne s'agit pas d'hybridation,

[1] Voyez la *Belgique horticole*, 1864, p. 257.

mais bien de métissage, c'est-à-dire de croisements entre variétés dans le sein d'une même espèce.

Encore faut-il que les premières variétés soient provenues d'autres causes, puisque, à l'origine et en principe, l'espèce est un type unique.

Et puis, que peut-on produire par hybridation ou métissage. Tout ce qu'on sait à cet égard se borne à quelques généralités telle que le port de la mère et la fructification du père : la combinaison plus ou moins intime des deux sangs, enfin quelques jolies choses concernant le coloris. Et c'est tout.

La duplicature des fleurs, la panachure du feuillage, la précocité et le volume des fruits, et toutes sortes d'autres éléments de variation, qui pourra les produire par fécondation artificielle ou autrement ?

Encore une fois, nous revenons à l'exemple de la pomme de terre. Dieu merci, il en existe pas mal de variétés. Or, qui a jamais hybridé ou seulement métisé des pommes de terre ? On a planté des pommes de terre et cela a suffi ; et c'est déjà beaucoup, car le climat se serait bien chargé à lui tout seul de les *laisser* varier ; nous ne disons pas de les *faire* varier.

Le blé nous fournit un aussi bel exemple. Il compte pas mal de variétés : chaque région agricole, quelque restreinte qu'elle soit, a la sienne. Or, chez cette plante, par une vue providentielle, l'hybridation est à peu près impossible, la fertilisation se faisant dans le bouton bien avant que les organes se montrent au jour.

Nous sommes loin de nier l'existence des fécondations croisées, les unes naturelles, les autres artificielles. Nous sommes persuadés que cette opération est parfois pratiquée par les cultivateurs, et même avec succès, et nous

serions désolé qu'on pût se méprendre sur la portée de nos expressions. Nous sommes même convaincu que les conséquences de ces opérations sont pour une part importante dans l'apparition de certaines variétés horticoles, mais moins comme conséquence immédiate que comme conséquence ultérieure, en vertu de ces phénomènes que l'on peut qualifier en deux mots en disant qu'ils résultent des principes de la disjonction et de l'atavisme.

Mais notre conviction profonde est que l'apparition des variétés dans les jardins résulte surtout d'une évolution nouvelle des espèces, déterminée par le changement de milieu. Le *Gloxinia speciosa* qui nous revient en mémoire en est une preuve péremptoire. Il a changé de couleur : de pourpre il est devenu rose ou blanc ; il a changé de forme : de penché il est devenu droit ; il a changé de structure : d'irrégulier il est devenu régulier ; enfin il s'est doublé. Et tout cela successivement, petit à petit, un peu partout à la fois en Europe. Et cela sans hybridation, et, quant aux métissages, nous ne voyons nullement ce qu'ils auraient pu faire sur la pélorie ou la duplicature de ces fleurs [1].

Suivant nous, cela s'est fait tout seul. L'espèce, quant au signalement qu'en donnent les botanistes, est un accident local et momentané : c'est une pâte plastique qui se moule sur les circonstances, ou, comme le dit Darwin, qui se modifie en vertu du principe de la sélection.

Les faits que nous avons rapportés nous ont conduit à cette conviction que, dans maintes circonstances, les variétés qui surgissent chez les plantes cultivées résultent

[1] Voyez : Chorise du *Gloxinia speciosa* pélorié, dans les *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, IIe série, t. XIX, no 2, 1865.

d'une évolution spontanée de l'espèce. Cette évolution est même synchronique, en ce sens qu'elle se manifeste en même temps dans les localités les plus éloignées, en quelque sorte sur des rameaux notablement séparés de l'espèce. L'influence du climat artificiel des jardins n'est sans doute pas étrangère à cette évolution. Elle a, d'autre part, son origine dans ce principe originel de variabilité déposé, suivant Darwin et avec raison, dans toute espèce.

En effet, il nous répugne d'admettre que les nombreuses variétés qui se développent chez les plantes soumises à la culture soient, comme on le suppose souvent, le résultat d'hybridations, de croisements, de métissages ou des opérations plus ou moins artificieuses de l'art jardinique. Ces phénomènes interlopes sont rares. La nature ne s'y livre guère d'elle-même, et les physiologistes savent combien les fécondations artificielles sont difficiles à opérer, de telle sorte que bien peu de praticiens en horticulture peuvent avoir l'assurance fondée de les avoir toujours obtenues quand ils les ont tentées. Nous pourrions puiser dans le règne animal, en invoquant par exemple l'histoire du chien, du coq ou du pigeon domestique, des arguments plus décisifs encore.

Les formes spécifiques ne montrent pas à l'extérieur tout ce qu'elles ont en elles. Elles demeurent assez constantes dans la flore rurale, parce que les conditions du climat restent elles-mêmes uniformes; mais changez et variez ces conditions, ainsi qu'il arrive dans la flore horticole, et ces germes se développent, et l'état statique passe à l'état dynamique, et la pâte plastique dont sont formés les êtres vivants trouve à exprimer des nouveaux caractères jusqu'alors à l'état latent. La plante

domestique est plus indépendante, plus libre de faire ce qu'elle veut, que la plante sauvage. Celle-ci est contenue par un climat uniforme depuis six mille ans. Elle ne saurait perdre aisément d'aussi vieilles habitudes. Les variations sont insignifiantes. Mais dans ce *monde que l'homme a fait* avec ses terres ameublies, amendées et engraissées, avec ses serres et ses saisons artificielles, avec ses croisements et métissages, là, la plante voit se briser ses lourdes et vieilles chaînes; un peu coutumière d'abord, elle s'ébranle à un moment donné et manifeste une évolution dont nous n'avons pas d'idée et qui désespère les botanistes systématiciens.

C'est là ce que nous pourrions appeler la philosophie de l'horticulture.

SUR LES

COUCHES DE GNEISS ET DE SCHISTE MICACÉ BITUMINEUX

DU NULLABERGET

PAROISSE D'ÖSTMARK DANS LE WERMLAND EN SUÈDE

PAR

L.-F. IGELSTROEM

OFVERSIGT OF KONGL., etc. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm*, 1866, n° 8, p. 211.

Le sol de la paroisse d'Ostmark est composé comme celui des parties occidentales et septentrionales du Wermland, de collines et de montagnes d'hypérite (roche hypersthénique), associée à du gneiss, à des roches amphiboliques et à des schistes micacés, qui sont les éléments des formations anciennes. Le gneiss et le schiste micacé bitumineux se voient à la base occidentale du Nullaberget, montagne élevée et abrupte. Ils s'étendent dans presque toute sa longueur, en formant une couche de 120 pieds d'épaisseur environ, qui plonge sous le massif d'hypérite avec une inclinaison de 20° par rapport à la verticale. Le bitume est répandu très-également dans toute la couche, tant dans le gneiss que dans le schiste micacé. La roche a la couleur de la poudre à canon, à laquelle elle ressemble lorsqu'elle est grossièrement pulvérisée; réduite en poussière fine, elle prend l'aspect du noir de fumée ou de la pyrolusite; on n'y voit cependant à l'œil nu aucune particule charbonneuse, et elle ne fait pas effervescence avec les acides. Sous l'action du marteau, elle répand une odeur bitumineuse comme la pierre puante; chauffée au chalumeau, elle donne la même odeur et brûle avec flamme; calcinée dans une capsule

de platine, il n'a pas été possible, en opérant sur 5,32 grammes, de brûler les dernières traces de la matière bitumineuse, bien qu'on ait ajouté de l'acide nitrique à plusieurs reprises, la perte de poids a été de 12,03 p. °/₀ le résidu était gris ; 11 $^{3}/_{4}$ livres de cette roche, distillées en vase clos dans une cornue de fer battu, ont perdu 9 p. °/₀ sous forme de gaz inflammables, tels que gaz d'éclairage et autres hydrogènes carbonés ; il s'est condensé dans le récipient une huile jaune combustible et un autre liquide non inflammable consistant principalement en eau. Pendant les quatre premières heures de la distillation, les 11 $^{3}/_{4}$ livres ont produit une belle flamme d'éclairage, qui a brûlé au travers d'une ouverture d'un pouce de diamètre ; pendant la cinquième et la sixième heure, la flamme a été bleuâtre et moins bitumineuse. Après l'opération, le résidu pulvérulent resté dans la cornue était noir ; la perte calculée d'après le volume a été de 15,6 p. °/₀.
Cette roche est assez tendre pour qu'un homme puisse en une demi-heure y faire un trou de mine de 60 centimètres de profondeur ; sa pesanteur spécifique est 2,19.

La grande couche bitumineuse étant très-homogène, il est difficile de décider si la matière pénétrée de bitume est un gneiss ou un micaschiste ; mais un examen attentif montre que ces deux roches font partie de cette couche, et qu'on y trouve aussi des strates minces de schistes chloriteux. On voit encore, au-dessus de la grande couche, des lits peu épais de schiste micacé pur ordinaire, des variétés de ce schiste et des bancs minces composés de lames de mica argenté, le tout plus ou moins pénétré de bitumine. On trouve dans la couche principale du gneiss des zones de couleur moins foncées, qui indiquent la présence d'une espèce de feldspath, l'un des éléments importants de la masse. La stratification est

assez évidente pour qu'on puisse affirmer qu'il n'existe aucun filon, mais que toute la masse est composée de couches de gneiss et de micaschiste semblables aux autres couches environnantes. Par places on observe dans la grande couche noire des grains d'une couleur plus claire et de la grosseur d'un pois; ils sont formés d'anthracite et contiennent du carbonate de chaux, ainsi que la masse qui les environne.

Je ne saurai maintenant expliquer l'origine de cette matière bitumineuse répandue dans les grandes masses dont je viens de parler. Toutefois, il me paraît bien établi que la diffusion de cette substance dans cette roche est la même que dans les schistes alumineux; par conséquent nos gneiss et nos micaschistes du Nord ne doivent plus être classés dans les roches primitives, mais ils ont été formés à une époque plus moderne, peut-être contemporaine de la formation de certains calcaires fossilifères ou de celle du schiste alumineux.

Les couches du Nullaberget sont parallèles, presque verticales, plongent cependant un peu à l'Est et se succèdent de l'Ouest à l'Est dans l'ordre que je vais indiquer: 1° Gneiss granitique rougeâtre ordinaire. — 2° Couche épaisse comprenant le gneiss et le schiste micacé bitumineux, et renfermant deux couches minces également bitumineuses dans lesquelles il y a beaucoup de lamelles de mica blanc. — 3° Couche mince de 30 à 60 centim. d'épaisseur, formée de schiste micacé bitumineux se clivant comme l'ardoise. — 4° Gneiss ou schiste micacé à grain fin. — 5° Couche semblable à celle du n° 3. — — 6° Grande masse d'hypérite formant le Nullaberget. — 7° Gneiss granitique semblable à celui du n° 1.

———————

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

C. Matteucci. Sur l'origine de la force musculaire (lettre adressée à M. le professeur Frankland, *Philosophical Magazine*, octobre 1866).

Florence, 9 novembre 1866.

Le vif intérêt avec lequel j'ai lu votre mémoire sur l'*Origine de la force musculaire*, formant une suite aux belles expériences des professeurs Fick et Wislicenus[1], m'engage à vous rappeler des conclusions que je tirai, il y a quelques années, de mes recherches électro-physiologiques, et qui me semblent contribuer actuellement à compléter nos connaissances sur cette importante partie de la physique animale.

En premier lieu je ferai remarquer, en me référant au tableau des résultats des recherches du Dr Smith sur la quantité d'acide carbonique exhalée pendant le repos, et pendant l'exercice musculaire d'un homme dans diverses espèces de travaux, qu'il serait utile, quant à la conclusion qu'on cherche à tirer de ces résultats, d'avoir présentes à l'esprit quelques-unes de mes expériences sur l'exhalaison d'acide carbonique par les muscles *privés de sang* pendant le repos et pendant la contraction. Je crois en fait que, dans les expériences du Dr E. Smith, la majeure partie de l'acide carbonique exhalé provient de l'acide carbonique dissous dans le sang, et qui est exhalé en abondance, grâce à la plus grande activité du travail de la respiration pendant l'exercice; mais d'un autre côté, dans les muscles de grenouilles préparés pour mes expériences, la majeure partie de l'acide carbonique abandonné par ces muscles, durant la contrac-

[1] M. le professeur Dufour a donné, dans notre dernier numéro (p. 35), une analyse des travaux auxquels M. Matteucci fait allusion.

tion, doit être attribuée à l'oxydation de la matière musculaire ou des substances qui y sont mêlées. Je dois ajouter qu'ayant récemment répété, avec les mêmes résultats, ces expériences sur des muscles de grenouilles qui avaient été lavés dans l'eau à plusieurs reprises, il me sembla qu'en admettant en entier l'exactitude de vos conclusions et de celles qu'on tire des expériences de Fick et de Wislicenus, on est conduit à admettre que la fibre musculaire elle-même est aussi oxydée et brûlée durant la contraction.

Vous dites dans votre mémoire : Un ordre est envoyé du cerveau au muscle, l'agent nerveux détermine l'oxydation; l'énergie potentielle devient une énergie actuelle, etc. A propos de cette partie du sujet, je désire mentionner une conclusion rigoureusement tirée de l'expérience, et qui jette beaucoup de lumière précisément sur ce point. Il est aisé d'imaginer une expérience dans laquelle le nerf crural d'une grenouille préparée est excité par le passage intermittent d'un courant électrique, tandis que le travail du muscle excité est déterminé en kilogrammètres. Sans doute cette expérience n'est pas à l'abri d'une erreur qui, cependant, agit dans le même sens, c'est-à-dire tend à diminuer la somme de travail musculaire développé par la contraction. On sait, en effet, qu'il y a des muscles qui, dans la somme totale des contractions, tendent à diminuer la hauteur à laquelle le petit poids attaché à la jambe est soulevé. J'ai prouvé aussi qu'il y a de la chaleur développée par la contraction des muscles privés de sang. Je répète donc que le travail calculé d'après le soulèvement d'un poids et la hauteur à laquelle il est soulevé, est certainement inférieur au travail total de la contraction musculaire. D'un autre côté cependant, en employant un courant électrique aussi faible que possible pour exciter la contraction, il est aisé de déterminer la quantité de zinc oxydée dans la batterie pendant le passage du courant employé à exciter le nerf et à produire la contraction. Quelle que soit l'idée théorique, ou plutôt

qu'elle que soit l'hypothèse que l'on adopte sur la manière dont le courant électrique agit sur les nerfs, il est impossible de nier qu'il existe une connexion entre la quantité de zinc oxydée dans la batterie et mesurée au voltamètre, le courant électrique ainsi obtenu, et l'excitation nerveuse correspondante qui est produite. Il résulte d'un grand nombre d'expériences de nature à n'admettre aucune incertitude, que le *travail produit par la contraction musculaire est énormément plus grand que le travail chimique ou calorifique correspondant dans la batterie.* Il en résulte nécessairement que l'irritation nerveuse ne peut pas agir sans avoir préalablement provoqué la combustion de matières organiques, azotées ou non azotées qui accompagnent la contraction musculaire.

J'ai encore à signaler une relation remarquable entre ces phénomènes et l'action électromotrice des muscles. Elle peut être mise en évidence par une des expériences les plus belles et les plus sûres de l'électro-physiologie : elle consiste à fermer le circuit du galvanomètre avec deux muscles égaux et opposés, comme les deux demi-cuisses d'une grenouille qui se touchent par les sections intérieures. Quand la préparation est bien faite, il n'y a pas de courant perceptible au galvanomètre. Si alors la contraction est produite dans une des demi-cuisses plusieurs fois de suite, et si le circuit est fermé après comme avant, on obtient un courant différentiel bien marqué, dont la direction indique la supériorité de force électromotrice du muscle resté en repos. On doit remarquer ici qu'on ne peut pas expliquer ce résultat en l'attribuant à l'acide qu'on peut supposer dégagé par la contraction ; car dans cette hypothèse le courant électrique différentiel aurait une direction opposée à celle qu'on observe. Nous sommes, par conséquent, conduits à conclure que, durant la contraction musculaire, il s'opère des changements chimiques de nature à affaiblir la force électromotrice du muscle.

C. Matteucci.

N. DE KOKSCHAROW. SUR LE PLATINE NATIF DOUÉ DU MAGNÉTISME POLAIRE. (*Bull. de l'Acad. des Sciences de St-Pétersbourg*, VII, 1771.)

On trouve de temps en temps dans les lavages de Nischne Tagilok des pépites de platine qui possèdent le magnétisme polaire à un degré tel qu'ils dépassent de beaucoup, sous ce rapport, les plus forts aimants natifs de la montagne de Blagodat.

Dans les exploitations de l'Oural, la séparation de l'or et du fer se fait en général au moyen d'un fort aimant naturel ; or M. de Kokscharow a reconnu qu'en employant dans le même but du platine magnétique, on réussit encore à enlever une quantité appréciable de fer à un sable sur lequel l'aimant ordinaire n'avait plus d'action.

Si l'on met une de ces pépites sur de la limaille de fer, elle en attire à elle assez pour être complétement couverte, et il est ensuite difficile de l'en débarrasser complétement.

M. D.

CHIMIE.

Dr ERWIN V. SOMMARUGA. SUR LES ÉQUIVALENTS DU COBALT ET DU NICKEL. (*Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien*, Juni 1866.) — CLEMENS WINKLER. MÊME SUJET. (*Zeitschrift für analytische Chemie*, Band VI, p. 18.)

Un grand nombre de chimistes se sont occupés de la détermination des équivalents du cobalt et du nickel. La plupart ont trouvé pour ces deux métaux des nombres identiques, ou excessivement rapprochés, et peu éloignés en général de 29,5. Un seul jusqu'ici, M. Schneider [1], avait obtenu une différence notable : suivant lui, l'équivalent du cobalt serait 30, et celui du nickel 29.

[1] Voyez *Archives*, 1858, tome I, p. 372.

Ce sujet vient d'être traité encore dans deux nouveaux mémoires. M. Sommaruga confirme entièrement les résultats obtenus par M. Schneider. M. Winkler, au contraire, d'accord avec M. Dumas, trouve pour les deux métaux presque exactement 29.5. La comparaison des méthodes employées par ces deux chimistes nous fait considérer ce dernier résultat comme offrant une beaucoup plus grande probabilité.

M. Sommaruga a déterminé l'équivalent du cobalt par la réduction du chlorure purpuréocobaltique (roséocobaltique de Frémy) $Co^2 Cl^3$, 5 Az H^3. Ce sel est pesé après dessiccation à 110 degrés, puis chauffé, d'abord seul, ce qui le convertit en chlorure de cobalt, puis dans un courant d'hydrogène qui le réduit à l'état métallique. Est-il bien établi que ce sel ne perd aucune trace d'ammoniaque à 110° ? Il est à remarquer aussi que l'auteur n'indique aucune précaution prise pour s'assurer de la pureté de l'hydrogène employé pour cette réduction. Il dit seulement qu'il traversait un flacon contenant de l'acide sulfurique, ce qui n'est certes pas suffisant. Pour des expériences de ce genre, nous croyons que la seule garantie certaine de n'apporter avec l'hydrogène aucun élément étranger sur le métal réduit, consiste à le faire passer au travers d'un tube incandescent rempli de cuivre réduit.

Réserve faite de ces observations, les expériences de l'auteur sont toutes parfaitement concordantes et donnent pour l'équivalent du cobalt 29,965.

Pour déterminer l'équivalent du nickel, l'auteur s'est servi d'une méthode qui nous paraît bien peu convenable, le dosage de l'acide sulfurique (précipité par le chlorure de baryum) dans le sulfate double de nickel et de potasse à six équivalents d'eau. L'emploi d'un sel hydraté, que l'on ne peut, par conséquent, dessécher par calcination est une première cause d'incertitude. Quand bien même l'auteur, s'appuyant sur les expériences de M. de Hauer et sur les siennes, peut affirmer que ce sel ne perd point d'eau de cristallisation à 100 degrés, rien ne prouve qu'il ne retienne alors quelques traces d'eau.

interposée ; combien de fois n'a-t-on pas l'occasion de constater que des sels cristallisés, après avoir été maintenus longtemps à 100 degrés, décrépitent encore lorsqu'on les chauffe brusquement à une température plus élevée.

Mais il nous est surtout impossible de partager l'opinion de l'auteur quand il prétend que le dosage de l'acide sulfurique se fait avec une parfaite exactitude. Tous les chimistes, qui ont tenté d'employer cette méthode pour des déterminations d'équivalents, savent au contraire que ce dosage présente les plus grandes difficultés, ou pour mieux dire, qu'il ne donne jamais que des résultats approximatifs. La concordance des résultats obtenus dans les diverses expériences faites par le même procédé ne démontre nullement leur exactitude.

En conséquence le nombre 29,013 obtenu par cette méthode pour l'équivalent du nickel ne nous paraît pas suffisamment justifié.

M. Winkler a employé pour ces mêmes déterminations une méthode nouvelle qui paraît offrir d'importantes garanties d'exactitude, et qui a surtout, dans le cas actuel, l'avantage de s'appliquer exactement dans les mêmes conditions à la recherche des équivalents des deux métaux qu'il s'agit de comparer. Elle consiste à déterminer la quantité d'or précipitée d'une dissolution de chlorure d'or et de sodium par le cobalt ou le nickel métallique. Le chlorure d'or a été d'abord essayé, mais n'a pas donné des résultats satisfaisants à cause de la difficulté de l'obtenir sans acide en excès. Le chlorure double d'or et de sodium n'offre pas cet inconvénient et a donné des résultats très-constants.

Les métaux employés pour ces expériences avaient été obtenus par la réduction de leurs chlorures au moyen de l'hydrogène. Ce gaz avait été lui-même purifié par son passage au travers de potasse caustique et de chlorure de mercure.

L'auteur a obtenu par cette méthode, pour l'équivalent du cobalt, 29,496, et pour celui du nikel, 29,527, soit 29,5 pour tous les deux, les différences étant de l'ordre de celles dont l'expérience ne peut répondre.

M. Winkler remarque que cette méthode paraît pouvoir s'appliquer avec avantage à la recherche des équivalents de plusieurs autres métaux.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

J. André. Études sur la décomposition du granit. (*Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, etc.*, 1867, p. 209.)

Voici quatre analyses, faites par l'auteur, des différents états d'un même granit qui se trouve à Hauzenberg, dans la forêt de Bavière.

N° 1. Granit normal, à petits grains, avec orthose blanc et mica brun et noir.

N° 2. Sur le précédent, repose un granit déjà atteint d'un commencement de décomposition, passablement coloré en brun, mais possédant encore sa consistance primitive.

N° 3. Granit plus friable dont on peut séparer de l'orthose.

N° 4. Masse arénacée de couleur brun-clair, mélangée de paillettes de mica.

	1	2	3	4
Silice	73.13	73.71	73.78	74.57
Alumine	10.50	10.78	11.61	12.02
Oxyde de fer. .	3.16	3.18	3.76	3.20
Magnésie. . . .	1.12	0,82	0.99	0.80
Potasse	9.04	8.51	7.07	4.92
Soude.	1.80	0.92	0.33	0.46
Eau.	0.45	0.92	1.76	3.20
Perte	0.80	1.16	0.70	0.83
	100.00	100.00	100.00	100.00

Comme on le voit, la décomposition du granit a pour effet d'amener une sorte d'hydratation de la masse, et d'augmenter dans celle-ci la proportion d'alumine et de silice dans le rapport où les alcalis sont éliminés. M. D.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1867.

Le 2, il a neigé la nuit précédente sur le Grand Salève; halo solaire partiel de 11 h. à 1 h.

3, 4, 5, 6, rosée le matin.

9, faible halo solaire à 5 h.; couronne lunaire dans la soirée.

10, halo solaire à 10 $^1/_2$ h. du matin; halo lunaire et couronne lunaire dans la soirée.

11, couronne lunaire dans la soirée.

12, violent coup de vent du SO. de 3 $^1/_2$ h à 5 h. de l'après-midi; éclairs et tonnerres de 6 h. 50 m. à 7 h. 45 m.; l'orage passe du Sud au Nord, du côté du Jura. Couronne lunaire dans la soirée.

13, éclairs et tonnerres de 1 h. 5 m. à 1 h. 25 m. du côté de l'Ouest.

14, de 2 h. à 5 h. quelques coups de tonnerre.

15, éclairs et tonnerres à 1 $^3/_4$ h.; averse mêlée de quelques grêlons.

16, couronne lunaire dans la soirée.

18, halo solaire de 11 h. à 4 h.

23, de 7 h à 10 h. du matin, pluie mêlée de flocons de neige, et plus tard de grésil; la neige a pris pied jusqu'à mi-hauteur du Salève.

24, neige le matin de 5 h. à 5 $^1/_2$ h.; la neige blanchit le sol jusqu'au pied des montagnes, mais dès midi elle avait déjà disparu du Grand Salève.

25, forte gelée blanche le matin, minimum —0°,3.

30, éclairs et tonnerres de 7 h. à 8 h et plus tard de 9 h. à 10 h.; le premier orage passe du SSO. au N. et atteint son maximum d'intensité vers 7 h. 50 m.; le second suit la même direction et atteint son maximum d'intensité vers 9 h. 40 m.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin...	729,27
3 à 10 h. matin ..	729,02
7 à 8 h. matin...	732,43
17 à 10 h. soir.....	728,16
25 à 6 h. matin...	729,70
29 à 8 h. matin...	730,42

MINIMUM.	mm
Le 2 à 4 h. après-m..	727,46
4 à 6 h. soir.....	726,83
12 à 4 h. après m..	712,89
22 à 4 h. après-m..	720,29
26 à 8 h. soir.....	721,40
30 à 8 h. soir.....	726,60

GENÈVE. — MAI 1867.

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		cm
1	729,14	+ 4,75	+ 7,51	—3,44	+ 5,5	+13,5	6,10	—0,53	801	+ 84	590	960	5,8	7	SSO. 2	0,76	7,5	— 1,9	152
2	728,12	+ 3,71	+ 8,81	—2,29	+ 5,0	+13,2	6,32	—0,38	751	+ 34	570	930	...	..	N. 1	0,48	7,7	— 1,7	152
3	728,56	+ 4,12	+ 9,70	—1,54	+ 3,8	+15,0	6,42	—0,36	721	+ 4	480	900	...	..	N. 1	0,02	8,7	— 0,8	153
4	728,11	+ 3,64	+11,08	—0,30	+ 4,6	+16,7	6,66	—0,19	674	— 44	490	830	...	..	N. 1	0,01	9,7	+ 0,1	153
5	728,65	+ 4,14	+12,30	+0,78	+ 7,0	+18,3	7,34	+0,42	693	— 25	470	870	...	..	NNE. 1	0,02	...	....	152
6	729,98	+ 5,43	+13,40	+1,74	+ 6,0	+19,0	8,20	+1,20	712	— 7	500	920	...	..	N. 1	0,00	10,8	+ 1,0	152
7	731,29	+ 6,71	+16,51	+4,71	+ 7,8	+25,3	8,58	+1,51	631	— 88	320	910	...	..	N. 1	0,00	11,6	+ 1,7	152
8	728,80	+ 4,18	+17,77	+5,82	+ 9,9	+26,3	9,21	+2,06	613	—106	440	830	...	..	variable	0,10	11,7	+ 1,7	153
9	725,87	+ 1,21	+18,43	+6,34	+12,0	+26,1	9,29	+2,07	615	—105	310	780	...	..	variable	0,21	11,9	+ 1,8	154
10	724,38	— 0,32	+18,57	+6,34	+10,5	+26,0	9,97	+2,67	632	— 88	350	820	...	..	variable	0,30	13,8	+ 3,6	155
11	721,93	— 2,81	+19,33	+6,96	+10,8	+26,3	10,34	+2,96	655	— 66	350	860	...	..	SO. 2	0,68	13,8	+ 3,5	157
12	715,92	— 8,86	+19,02	+6,51	+14,2	+27,0	8,79	+1,34	586	—135	180	890	...	..	SSO. 3	0,84	...	.....	158
13	718,10	— 6,72	+15,43	+2,77	+12,3	+22,2	9,60	+2,07	762	+ 41	450	930	12,4	3	SSO. 2	0,74	10,1	— 0,4	158
14	719,26	— 5,61	+11,88	—0,92	+ 9,7	+16,0	9,80	+2,19	943	+221	760	980	22,9	11	variable	1,00	9,3	— 1,3	163
15	721,49	— 3,43	+10,35	—2,59	+ 7,6	+16,0	8,62	+0,93	922	+200	730	980	16,9	7	variable	0,78	10,1	— 0,6	167
16	722,67	— 2,30	+ 9,89	—3,19	+ 8,2	+16,3	8,54	+0,77	950	+228	690	990	14,5	9	variable	0,89	8,9	— 1,9	170
17	727,02	+ 2,00	+10,78	—2,44	+ 8,1	+15,3	7,46	—0,39	784	+ 62	640	950	...	..	N. 1	0,78	9,9	— 1,0	174
18	727,05	+ 1,98	+11,76	—1,61	+ 6,2	+18,1	7,75	—0,18	758	+ 36	550	910	...	..	N. 1	0,37	10,8	— 0,2	174
19	725,03	— 0,09	+12,57	—0,94	+ 8,0	+18,2	9,47	+1,47	869	+146	620	950	...	..	N. 1	0,89	...	.....	174
20	723,17	— 2,00	+14,34	+0,69	+11,4	+20,0	7,74	—0,34	664	— 59	410	900	...	..	SO. 2	0,81	11,4	+ 0,2	174
21	721,33	— 3,89	+10,08	—3,71	+ 8,0	+14,5	7,76	—0,39	862	+139	660	930	17,9	8	SSO. 1	0,88	11,5	+ 0,1	173
22	721,15	— 4,12	+12,70	—1,22	+ 6,7	+18,9	6,80	—1,43	633	— 90	430	860	...	..	SSO. 1	0,52	10,3	— 1,2	173
23	723,46	— 1,86	+ 4,83	—9,22	+ 2,0	+11,0	5,20	—3,10	846	+123	520	940	3,2	6	variable	0,93	9,0	— 2,6	175
24	728,04	+ 2,67	+ 4,94	—9,24	+ 0,8	+10,9	4,89	—3,48	763	+ 40	490	970	...	..	N. 1	0,53	10,1	— 1,6	175
25	728,43	+ 3,00	+ 8,54	—5,77	— 0,3	+15,9	6,45	—1,99	743	+ 21	500	890	...	..	variable	0,58	10,4	— 1,4	175
26	724,17	— 1,32	+16,79	+2,34	+ 7,5	+24,9	10,19	+1,68	705	— 17	450	880	0,4	1	variable	0,47	...	.....	170
27	723,90	— 1,64	+13,06	—1,52	+11,7	+18,0	10,81	+2,23	979	+257	790	1000	22,3	12	variable	0,99	11,8	— 0,2	170
28	728,50	+ 2,90	+14,66	—0,06	+10,1	+20,1	10,70	+2,05	856	+135	680	990	...	..	N. 1	0,21	11,6	— 0,5	172
29	729,58	+ 3,93	+17,61	+2,76	+ 9,1	+24,1	10,83	+2,11	709	— 12	490	910	...	..	N. 1	0,00	12,0	— 0,3	175
30	728,48	+ 2,77	+20,25	+5,27	+13,3	+26,1	11,42	+2,63	653	— 68	410	920	1,7	2	N. 1	0,29	...	.....	174
31	728,93	+ 3,16	+18,18	+3,07	+14,5	+24,2	11,76	+2,90	765	+ 45	530	850	...	..	SO. 1	0,70	14,2	+ 1,7	175

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,91	728,99	728,78	728,32	727,89	727,39	727,26	727,60	727,95
2 «	722,46	722,44	722,45	722,03	721,83	721,64	721,81	722,45	722,73
3 «	725,96	726,29	726,33	726,17	725,78	725,44	725,54	725,91	726,41
Mois	725,78	725,92	725,87	725,53	725,19	724,84	724,89	725,34	725,72
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,25	+12,30	+14,74	+17,19	+17,99	+17,52	+16,80	+14,03	+12,19
2e «	+11,05	+13,46	+15,22	+17,08	+17,55	+16,80	+15,17	+12,79	+11,81
3e «	+10,24	+12,24	+14,13	+14,50	+16,23	+16,88	+15,66	+13,78	+11,97
Mois	+10,18	+12,65	+14,68	+16,20	+17,22	+17,06	+15,87	+13,54	+11,99
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,35	8,08	7,83	8,13	8,02	7,79	7,43	7,91	8,00
2e «	8,76	9,20	9,01	8,74	8,75	8,55	8,64	8,94	8,97
3e «	8,65	8,74	8,71	8,52	9,03	8,91	9,03	8,95	8,93
Mois	8,27	8,68	8,52	8,46	8,62	8,43	8,39	8,61	8,64
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	833	750	617	554	521	530	539	664	753
2e «	891	805	726	630	614	642	709	819	870
3e «	895	793	699	675	640	605	687	746	829
Mois	874	783	681	621	593	593	646	743	818

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 7,21	+19,94	0,19	10,38	5,8	152,8
2e «	+ 9,65	+19,54	0,78	10,54	66,7	166,8
3e «	+ 7,58	+18,96	0,55	11,21	45,5	173,4
Mois	+ 8,13	+19,46	0,51	10,72	118,0	164,7

Dans ce mois, l'air a été calme 3,6 sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,02 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 54,6 O., et son intensité est égale à 21,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1867.

Le 2,	brouillard	à 6 heures du matin et depuis 8 heures du soir.
3,	id.	à 8 heures du matin et à 8 heures du soir.
12,	id.	toute la journée.
13,	id.	jusqu'à 11 heures du matin.
14,	id.	toute la journée.
16,	id.	depuis 2 heures du soir.
17,	id.	jusqu'à 8 heures du soir.
19,	id.	toute la journée.
20,	id.	jusqu'à 8 heures du matin.
21,	id.	id.
22,	id.	depuis 6 heures du soir.
23,	id.	toute la journée.
26,	id.	depuis 8 heures du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à 2 h. après-m.	572,31	Le 1er à 4 h. après-m.	561,16
15 à 10 h. matin...	561,41	14 à 4 h. après-m.	559,89
18 à 10 h. soir....	566,34	16 à 8 h. matin...	559,59
26 à 10 h. soir....	567,22	23 à 2 h. après-m.	556,35
29 à 10 h. soir....	572,33	27 à 6 h. soir....	565,13
		31 à 6 h. matin...	569,85

SAINT-BERNARD. — MAI 1867.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	561,82	— 0,35	561,16	562,86	— 6,68	— 4,87	— 6,7	— 5,6	.....	.....	......	NE.	1	1,00
2	561,99	— 0,27	561,29	563,24	— 5,81	— 4,14	— 7,8	— 2,8	.....	.....	......	NE.	2	0,46
3	564,17	+ 1,82	561,72	565,33	— 2,62	— 1,09	— 6,4	+ 0,9	.....	.....	......	NE.	2	0,38
4	565,85	+ 3,41	565,01	566,62	+ 2,45	+ 3,83	0,0	+ 5,6	.....	.....	......	NE.	2	0,00
5	567,59	+ 5,06	566,19	568,97	+ 4,96	+ 6,20	+ 1,6	+ 8,4	.....	.....	......	NE.	1	0,00
6	570,06	+ 7,43	568,64	571,33	+ 6,37	+ 7,46	+ 1,2	+10,0	.....	.....	......	calme		0,00
7	572,05	+ 9,33	571,71	572,31	+ 6,24	+ 7,19	+ 4,6	+ 9,6	.....	.....	......	calme		0,00
8	570,46	+ 7,64	570,02	570,87	+ 6,73	+ 7,53	+ 3,1	+10,3	.....	.....	......	calme		0,00
9	567,68	+ 4,77	567,19	568,50	+ 7,04	+ 7,70	+ 3,9	+12,2	.....	.....	......	SO.	1	0,14
10	566,35	+ 3,34	566,30	566,60	+ 6,92	+ 7,44	+ 4,0	+10,3	.....	.....	......	calme		0,04
11	566,22	+ 3,11	566,00	566,52	+ 7,20	+ 7,58	+ 4,2	+10,7	.....	.....	......	SO.	1	0,53
12	563,05	— 0,16	561,23	565,03	+ 2,86	+ 3,10	+ 1,5	+ 5,8	.....	.....	......	SO.	2	0,96
13	560,46	— 2,85	560,05	561,17	+ 2,60	+ 2,70	+ 0,4	+ 5,7	.....	.....	......	SO.	2	0,76
14	560,28	— 3,13	559,89	560,83	+ 0,67	+ 0,63	+ 0,4	+ 1,9	.....	.....	......	SO.	2	1,00
15	560,92	— 2,59	560,46	561,41	+ 0,33	+ 0,15	— 2,3	+ 3,5	30	5,6	4	SO.	1	0,81
16	560,16	— 3,45	559,56	561,08	— 0,72	— 1,04	— 2,4	+ 3,9	.....	11,4	8	NE.	1	1,00
17	563,57	— 0,14	561,75	565,03	— 0,96	— 1,42	— 3,5	+ 3,1	.....	.....	......	NE.	1	0,83
18	565,85	+ 2,04	565,02	566,34	+ 2,68	+ 2,08	— 2,3	+ 7,3	.....	.....	......	SO.	1	0,43
19	564,64	+ 0,73	564,12	565,32	+ 0,50	— 0,24	+ 0,2	+ 1,0	.....	7,4	10	SO.	1	1,00
20	561,92	— 2,09	561,73	562,15	+ 1,68	+ 0,80	— 0,7	+ 6,5	.....	4,2	4	NE.	1	0,69
21	559,45	— 4,67	558,63	560,02	— 0,75	— 1,77	— 1,7	+ 2,0	.....	7,1	6	SO.	1	0,59
22	559,21	— 5,01	558,89	559,75	0,00	— 1,15	— 3,2	+ 4,9	.....	.....	......	NE.	1	0,68
23	556,60	— 7,72	556,35	556,86	— 7,66	— 8,95	—11,5	— 1,6	30	3,4	4	NE.	1	1,00
24	560,48	— 3,94	557,56	562,93	— 9,44	—10,86	—13,2	— 6,4	.....	.....	......	NE.	2	0,46
25	565,00	+ 0,48	563,28	566,02	— 1,03	— 2,58	— 6,7	+ 3,5	.....	.....	......	SO.	1	0,50
26	566,97	+ 2,34	566,57	567,22	+ 4,52	+ 2,84	+ 2,5	+ 6,9	.....	.....	......	SO.	1	0,38
27	565,58	+ 0,84	565,13	566,27	+ 0,24	— 1,57	+ 0,2	+ 1,5	50	27,0	16	SO.	1	1,00
28	569,26	+ 4,42	567,09	570,80	+ 5,14	+ 3,20	— 0,2	+ 7,9	.....	.....	......	calme		0,03
29	571,82	+ 6,87	571,51	572,33	+ 5,64	+ 3,57	+ 3,2	+ 8,1	.....	.....	......	SO.	1	0,63
30	571,45	+ 6,40	571,23	571,85	+ 6,86	+ 4,66	+ 5,0	+10,4	.....	.....	......	SO.	1	0,71
31	570,33	+ 5,18	569,85	570,99	+ 5,82	+ 3,50	+ 4,0	+ 9,4	.....	3,6	2	SO.	1	0,62

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,32	566,42	566,80	566,83	567,00	566,91	567,01	567,23	567,34
2e «	562,62	562,75	562,96	562,89	562,76	562,71	562,60	562,82	562,90
3e «	564,51	564,77	565,02	565,06	565,19	565,31	565,35	565,62	565,75
Mois	564,48	564,65	564,93	564,93	564,99	564,99	565,00	565,23	565,35
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 0,28	+ 3,72	+ 4,00	+ 4,64	+ 5,20	+ 5,21	+ 3,78	+ 1,16	+ 0,80
2e «	+ 0,10	+ 1,97	+ 2,51	+ 3,95	+ 4,03	+ 3,66	+ 2,46	+ 1,36	+ 0,88
3e «	— 1,16	+ 0,77	+ 2,59	+ 3,03	+ 3,58	+ 2,78	+ 1,62	+ 0,21	— 0,03
Mois	— 0,29	+ 2,11	+ 3,02	+ 3,85	+ 4,25	+ 3,85	+ 2,59	+ 0,89	+ 0,53

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 0,25	+ 5,89	0,20	—	—
2e «	— 0,45	+ 4,94	0,80	28,6	30
3e «	— 1,96	+ 4,24	0,60	41,1	80
Mois	— 0,92	+ 5,00	0,54	69,7	110

Dans ce mois, l'air a été calme 25,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,85 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 7,2 sur 100.

* Voir la note du tableau.

MÉMOIRE

SUR LES

MICROCÉPHALES OU HOMMES-SINGES

PAR

M. le prof. C. VOGT

(Tome XI des Mémoires de l'Institut genevois, 208 pages et 26 planches, in-4°.)

Ce mémoire [1] contient les résultats d'études détaillées sur sept crânes de microcéphales adultes et trois crânes de microcéphales enfants communiqués à l'auteur par les directeurs des musées de différentes villes d'Allemagne, sur les moules cérébraux de ces crânes que l'auteur a fait faire en partie et sur une fille microcéphale vivante actuellement à l'asyle de Hindelbank, près Berne.

[1] En publiant cet extrait de l'intéressant mémoire de M. Vogt, nous devons faire quelques réserves sur les conclusions. Nous reconnaissons avec l'auteur que la microcéphalie est un arrêt de développement, et qu'en conséquence elle représente assez bien l'état de l'organisme à un moment donné de la vie fœtale. Mais, suivant nous, cet état n'est qu'une forme *analogue* à l'organisation définitive du singe et ne lui est pas *identique*. Il lui ressemble un peu plus que l'homme adulte, parce que tout organisme frappé de développement rappelle plus que l'organisme parfait son analogue dans les êtres inférieurs. Cette ressemblance vague n'implique point en conséquence pour nous la démonstration que l'homme et le singe aient *en fait* un aïeul commun. Le mémoire de M. Vogt fournit lui-même un argument contre l'identité, en montrant que dans les microcéphales la partie correspondant à la face reste toujours humaine et non simienne, et que les analogies auxquelles nous venons de faire allusion résident seulement dans la voûte du crâne et dans les parties supérieures de l'encéphale.

L'auteur commence par une définition de son sujet. « Je ne traiterai, dit-il, que des cas de *microcéphalie proprement dite*, où, par un arrêt de développement survenu pendant la vie utérite du fœtus ou par des causes encore inconnues, le cerveau de l'embryon est frappé avant d'être constitué définitivement, et où, par conséquent, l'enfant naît avec un cerveau amoindri considérablement quant au volume, et modifié profondément dans ses formes essentielles.

« J'exclus également les monstres nés non viables à cause du défaut plus ou moins complet du cerveau, les monstres acéphales (sans tête), anencéphales (sans cerveau), etc. Je me borne aux *produits humains nés viables et ayant vécu*, chez lesquels on observe, dès leur naissance, un cerveau trop petit et une boîte crânienne trop exiguë, moulée sur ce cerveau défectueux. »

Après avoir donné une liste aussi complète que possible des cas de microcéphalie observés et décrits jusqu'à présent, l'auteur étudie d'abord les crânes des sept microcéphales adultes qu'il a pu se procurer en les comparant entre eux, et dans un premier résumé sur ces crânes, il passe en revue les particularités qui leur sont communes en les comparant toujours avec la conformation des races humaines d'un côté et celle des singes anthropomorphes de l'autre. Il trouve que pour le crâne proprement dit, et surtout pour la partie supérieure, la boîte cérébrale, les microcéphales se rapprochent des singes, tandis que pour la base du crâne et pour les caractères de la figure (nez proéminent, épine nasale, structure et position des dents, menton proéminent), ils se rangent parmi les races inférieures et prognathes. « *On peut caractériser*, dit l'auteur à la fin de ce résumé, *les têtes des microcéphales adultes*

comme des crânes de singe placés sur des faces humaines de race inférieure ou prognathe.»

L'examen de trois crânes d'enfants microcéphales appartenant à la même famille originaire d'un village près Stuttgardt fournit à l'auteur quelques éléments pour une étude comparée de l'accroissement du crâne dans l'enfant humain et le jeune singe. Il trouve en résumé que l'enfant humain se distingue par un prodigieux essor que prend l'accroissement de sa boîte cérébrale, et par conséquent du cerveau pendant la première année de la vie; que pendant ce temps le développement cérébral franchit la moitié de la distance qui sépare le nouveau-né de l'adulte; que ce mouvement se ralentit à mesure que l'homme arrive à l'âge adulte, mais que même pendant l'adolescence cet accroissement ralenti du cerveau est encore absolument plus considérable que celui du cerveau du singe, lequel se développe d'une manière uniforme depuis la naissance jusqu'à la maturité. Les mesures de volume et de longueur des principales parties du crâne démontrent, « que la loi d'accroissement établie par le crâne des microcéphales jeunes en son entier, prouve bien et péremptoirement cette conclusion à laquelle nous avait déjà conduit l'examen des microcéphales adultes seuls, savoir : que ce crâne est composé de deux éléments constituants, de l'élément simien dans la construction de la voûte et des parois de la boîte cérébrale et de l'élément humain dans l'agencement de la force proprement dite; que ces deux éléments se mélangent nécessairement dans la base du crâne, et que le crâne du microcéphale se développe d'après deux tendances divergentes, la tendance simienne dans le haut, la tendance humaine dans le bas. Il me semble que, même en le voulant bien, il

serait difficile d'imaginer une forme intermédiaire plus complète de ces deux types. »

Dans un troisième résumé sur les crânes des microcéphales en général, l'auteur examine le rôle que peuvent avoir joué des soudures précoces des os de crâne, des synostoses, sur la production de la microcéphalie, et il conclut par la démonstration des sutures restant ouvertes, que ces synostoses accompagnent quelquefois la microcéphalie, mais qu'elles n'en sont point la cause. Enfin il examine longuement la prognathie et les rapports que peut avoir cet avancement des mâchoires avec les autres parties constituantes du crâne, et il arrive à la conclusion, « que la prognathie ne correspond ni avec la longueur absolue du crâne, ni avec l'indice céphalique, ni avec la circonférence verticale ou horizontale, ni avec le volume cérébral ; elle ne dépend pas du rapport entre la base du crâne et les circonférences horizontale, verticale en entier, ou frontale seule ; elle ne relève non plus ni de la dolichocéphalie ou de la brachycéphalie, ni du rapport de hauteur ou de celui de la base avec la longueur du palais. Tous ces éléments, que l'on a invoqués tour à tour, sont certainement d'une influence fort médiocre dans la production de la prognathie. En résumé, nous devons dire que la seule appréciation vraie de la prognathie est la considération artistique, la constatation du fait brut de l'avancement de la mâchoire mesuré par une perpendiculaire partant du front et allant toucher le plan horizontal. Toutes les autres mesures ne peuvent donner que des appréciations plus ou moins approximatives, parce qu'au milieu des causes nombreuses qui agissent dans la conformation de la mâchoire et dans sa position vis-à-vis du crâne, et surtout de la ligne de profil, elles s'adressent

seulement à quelques-unes de ces causes et ne peuvent les embrasser, toutes ensemble, d'une étreinte égale.»

Dans un second chapitre, M. Vogt passe à l'examen du cerveau et des moules de la surface interne du crâne, lesquels, à défaut de cerveaux bien conservés, ont dû servir pour les études relatives aux lobes cérébraux et aux plis et sillons principaux de ces lobes. Ici, M. Vogt entre dans une discussion très-détaillée des assertions soutenues par M. Wagner père et fils et Gratiolet, dans laquelle nous ne pouvons le suivre; nous n'indiquerons que les conclusions. Par la mensuration des surfaces des lobes exécutée au moyen de bandelettes d'étain étamé de dimensions connues et que l'on collait sur les moules, M. Vogt arrive, pour le cerveau, exactement au même résultat que pour le crâne, savoir : que les parties basses du cerveau des microcéphales, obéissent à la loi du développement humain, le tronc et le cervelet en entier, le lobe temporal en partie, tandis que les parties supérieures et voûtées obéissent à la loi simienne, le lobe pariétal et frontal en entier, le lobe occipital moins, mais que tous ces lobes restent même un peu inférieurs au développement de la voûte du jeune singe.

Quant aux circonvolutions, plis et fissures du cerveau, M. Vogt arrive à la conclusion qu'il n'y a de différence entre le singe et l'homme que quant aux proportions et à la complication des parties; mais que le plan fondamental est le même, que la principale différence consiste dans le développement des plis ascendants de Gratiolet ou plis centraux de Wagner, lesquels entourent la fissure de Rolando et descendent, chez les singes, jusqu'au bord de l'hémisphère en transformant la scissure de Sylvius en un V à deux branches, tandis que chez l'homme ces plis

s'arrêtent bien plus haut et que la scissure de Sylvius reçoit, par la réunion au-dessous des plis centraux, de la circonvolution inférieure du lobe frontal et du lobe temporal, la forme d'un Y ou d'une fourchette à deux branches.

C'est en comparant ces données avec la marche du développement embryonnaire du cerveau chez l'homme, que l'auteur cherche à démontrer que l'arrêt de développement, par lequel les parties voûtées du cerveau sont frappées chez le microcéphale, date de la fin du deuxième mois de la grossesse où le cerveau ne présente encore aucun pli, et où la scissure de Sylvius est représentée par un large espace béant au milieu duquel se montre à découvert le lobe central.

« C'est depuis cette époque, continue l'auteur, que le développement du cerveau microcéphalique prend une direction divergente de celle de l'homme, au moins pour ses parties supérieures, pour les hémisphères et pour les lobes appartenant à la voûte. Les lobes et les plis se forment initialement d'après des lois différentes, car il n'y a ni plis, ni lobes marqués au moment où la déviation commence, et ici des différences individuelles et générales se remarquent : générales, puisque, comme nous l'avons démontré, le tronc cérébral obéit plutôt à la loi humaine, la voûte plutôt à la loi simienne ; individuelles, puisque le degré d'influence anormale est différent pour chaque cas et pour chaque partie, de sorte que c'est tantôt le lobe frontal qui est plus frappé, tantôt le lobe pariétal ou même le lobe occipital. »

Le troisième chapitre, intitulé « Physiologie, » est consacré à l'examen de la jeune Sophie Wyss, vivant à l'hospice de Hindelbank, près Berne, et qui est, suivant

l'auteur, singe par les facultés intellectuelles, par le crâne et l'épine dorsale, femme prognathe de race inférieure par la figure, de race blanche par le corps. »

M. Vogt traite ensuite du langage articulé en démontrant que les microcéphales ne parlent point du tout ou n'apprennent des mots que comme des perroquets, et se basant sur les observations pathologiques faites par M. Broca et autres, il attribue l'absence du langage articulé, chez les microcéphales et les singes, au développement peu considérable du pli inférieur du lobe frontal ou pli surcilier, dans lequel réside, suivant ces observations, la faculté du langage.

« Quant aux qualités psychiques des microcéphales, dit l'auteur, leur caractère essentiel est la versatilité. Personne, ni dans les mouvements, ni dans les manifestations des impressions, ne peut nier la ressemblance la plus frappante avec les singes. Attention constamment attirée et détournée ; les sentiments les plus contraires se chassant tour à tour, sans un instant de repos ni nul intervalle ; affections d'amour et de haine sans motif, oubliées et reprises à chaque moment ; joie et abattement, colère et contentement, vengeance immédiate et abandon complet à un objet aimé ; voilà ce qui se suit dans une rotation continuelle, et qui est manifesté par les mouvements les plus excentriques et les plus grotesques.

« L'intelligence, enfin, est ordinairement au-dessous de celle du singe. Les idées immédiates même sont sans doute obscures. Quant à des idées abstraites et à toutes ces belles facultés dont jouit certainement l'homme, et qui sont, comme dit fort bien Gratiolet, vis-à-vis du « nombre simple de la bête, » comme « une puissance dont l'exposant est plus ou moins élevé, suivant le degré

de perfection des individus ou des races, » quant à toutes ces « facultés d'abstraction propres à l'homme, » elles font absolument défaut.

« J'ai dit que l'intelligence était ordinairement encore au-dessous de celle d'un singe. Qu'on épluche tout ce qu'on nous rapporte des manifestations intellectuelles des microcéphales, qu'on le compare avec ce qu'on a observé sur de jeunes Chimpanzés ou Orangs vivant dans les ménageries et les jardins zoologiques de l'Europe, et l'on conviendra que si les manifestations des sentiments, des affections, sont absolument simiennes, celles de l'intelligence sont encore au-dessous de ce degré, et que rien, absolument rien, ne manifeste un rapprochement aux facultés humaines, telles qu'elles se montrent dans les intelligences les plus obtuses. »

Enfin, dans un quatrième et dernier chapitre, M. Vogt examine la genèse de ces arrêts de développement qu'il vient d'étudier. Appliquant les doctrines de Darwin sur l'hérédité et la transmission des caractères, ainsi que sur la variabilité des produits, il trouve dans la microcéphalie un atavisme, un retour vers des formes que l'organisme, en se développant, a laissées derrière lui et qu'il ne revêt que passagèrement pendant le développement embryonique. M. Vogt rappelle les observations de M. Albert Gaudry sur la structure des pieds des Hipparions, dont les doigts latéraux réapparaissent tératologiquement sur les pieds des chevaux.

« Ainsi donc, dit-il, voilà un *atavisme géologique* bien et carrément établi. Le cheval n'a qu'un seul doigt aux pieds, et il transmet ce caractère à ses héritiers depuis l'époque pleistocène, à moins que certaines espèces de chevaux monodactyles ne soient encore plus anciennes.

Mais, de temps en temps, assez rarement, sur les millions de chevaux qui naissent, un poulain porte des rudiments de doigts latéraux conformés comme ceux des Hipparions, qui n'ont existé que dans les périodes miocène et pliocène de l'époque tertiaire. Le caractère réapparait donc après une série infinie de générations, et, disons-le tout de suite, par un arrêt de développement. Car le fœtus de cheval a normalement, dans le commencement de la formation des membres, les germes de ces doigts supplémentaires qui se soudent seulement de fort bonne heure au doigt médian. Celui-ci se développe seul, tandis que les autres avortent. Cette apparition tératologique est donc fondée sur un arrêt de développement et sur une évolution atavique déviée dans sa direction de la direction normale qu'aurait dû prendre, dans le cheval, l'évolution des membres. »

Faisant l'application de ces faits à la microcéphalie, M. Vogt pose comme dernière conclusion « que la *microcéphalie est une formation atavique partielle qui se produit dans les parties voûtées du cerveau et qui entraîne, comme conséquence, un développement embryonnaire dévié, lequel ramène, par ses caractères essentiels, vers la souche depuis laquelle le genre humain s'est élevé.*

« L'atavisme partiel, tératologique, que nous présente la microcéphalie, est dans son essence absolument le même que l'atavisme tératologique des chevaux naissant avec des pieds de hipparion. L'embryon humain parcourt une phase pendant laquelle les lèvres de la scissure de Sylvius ne se sont pas encore rapprochées, où le lobe central n'est pas encore formé, où des plis n'existent pas encore à la surface du cerveau. L'embryon du cheval parcourt une phase où le membre est en palette, où des accumu-

lations de cellules formatrices indiquent des droits multiples.

« C'est à ce moment que se fait sentir la déviation dans le développement embryonnaire. Les parties en déviation sont loin de rester stationnaires ; elles se développent encore, mais d'une façon différente et conformément à la direction représentée par d'autres êtres. Les parties voûtées du cerveau du microcéphale se développent d'après le type simien ; elles n'atteignent que le volume du cerveau pithéocide ; les plis centraux descendent jusqu'au bord de l'hémisphère en se soudant à la circonvolution sourcilière et en abaissant le point de rencontre des deux branches de la scissure de Sylvius jusqu'à ce même bord ; tous les plis restent simples, atteignant tout au plus le degré de complication et d'arrangement qu'ils montrent chez les grands singes anthropomorphes ; les plis postérieurs, dits de passage, ainsi que le lobe occipital se moulent suivant le type représenté dans les singes américains, et notamment les Atèles. Sur ces parties deviées de leur but normal, et concourant au même but final que les singes se moulent les parties osseuses composant le couvercle et les parties latérales de la boîte crânienne, frontal, pariétaux, écailles temporale et occipitale. Et comme résultat de cette conformation simienne de l'organe de l'intelligence, apparaît inévitablement la constitution des facultés intellectuelles sur le même type ; l'intelligence est simienne sous tous les rapports, depuis les manifestations de la volonté jusqu'aux conceptions des choses et des idées, jusqu'au langage articulé qui fait défaut comme moyen de communication des idées et n'existe que comme imitation identique à celle des animaux parlants. »

L'homme ne descend donc pas, suivant l'auteur, des

singes actuels. mais d'une souche commune depuis laquelle différentes branches, hommes et singes, se sont élevées. Ici, nous citerons encore les paroles par lesquelles l'auteur termine son mémoire :

« Nos recherches sur les microcéphales nous ont conduit vers une époque embryonnaire, reflet sans doute d'une phase historique. laquelle, à proprement parler, n'est plus représentée dans aucune forme connue et actuellement vivante. Même les singes les plus inférieurs, les Ouistitis et leurs congénères ont déjà dépassé, dans un certain sens, le jalon depuis lequel se sont élevés en divergeant les différents types des Primatès.

« Nos recherches nous ont conduit vers une souche commune représentée par un cerveau lisse à scissure de Sylvius non fermée, et c'est depuis cette souche commune que rayonnent les branches de l'arbre généalogique des Primatès. Nous pourrons trouver quantité de formes intermédiaires entre les singes actuels, comme ce Mésopithèque décrit par M. Gaudry, intermédiaire des Semnopithèques et des Macaques : nous n'aurons pas pour cela une solution de fait du problème que nous pose la genèse du genre humain. De même, nous pourrons trouver quantité d'atavismes historiques exprimés dans d'autres organes, comme cette fameuse mâchoire du trou de la Noulette découverte par notre infatigable ami, M. Dupont, et nous devrons encore convenir que ces atavismes peuvent être isolés dans un organe, comme l'atavisme des microcéphales est isolé dans un autre organe. Encore pouvons-nous trouver des types fossiles qui se rapprochent de l'homme plus que nos signes anthropomorphes par certains caractères, tels que le Dryopithèque, décrit et figuré par M. Lartet, et il n'est pas dit pour cela que

nous ayons sous les yeux un des jalons historiques du développement humain. Mais ce que nous apprennent les microcéphales, c'est que tous ces jalons doivent nous conduire sur une route qui se rapproche, en convergeant, de la souche des Primatès, dont nous sommes issus, tout aussi bien que les singes. Peut-être trouverons-nous aussi sur cette route des jalons que l'homme saute actuellement dans son développement embryonnaire, de la même manière que les Palémons sautent les jalons parcourus par leurs proches parents. »

RÉSULTATS DE LA TROISIÈME ANNÉE

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES SUISSES

SOUS LE RAPPORT

DES TEMPÉRATURES ET DE L'EAU DE PLUIE ET DE NEIGE

Communiqués à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 4 juillet 1867,

PAR

M. le professeur GAUTIER [1].

La publication des cahiers mensuels in-4° des observations météorologiques du réseau suisse, faites en 1866, ayant été récemment complétée, et le cahier de novembre contenant un tableau des moyennes thermométriques mensuelles et annuelles obtenues dans les diverses stations, et un autre tableau des moyennes d'eau tombée pour une partie d'entre elles, j'ai pu faire, pour cette troisième année, le même travail que pour les deux précédentes, et je m'empresse d'en présenter le résultat à notre Société.

Températures.

Le tableau ci-joint renferme les températures moyennes de l'année et des quatre saisons comprises entre décembre 1865 et novembre 1866, pour 76 stations des vingt-deux cantons de la Suisse, résultant de trois observations par

[1] Cette Notice fait suite à celles qui ont paru dans les numéros d'octobre 1865 et d'avril 1867 des *Archives*.

jour, faites à sept heures du matin, une heure et neuf heures du soir, ainsi que les *minima* et *maxima* annuels de température en chaque station, en degrés centigrades et dixièmes de degré. Il y a cinq de ces stations où la moyenne annuelle est un peu douteuse, parce qu'une des moyennes mensuelles y a manqué et a dû être conclue approximativement, par comparaison avec celles des stations voisines de hauteur à peu près la même. C'est le mois de novembre qui a manqué pour Arau, août pour Schaffhouse et le Splügen, septembre pour Porrentruy et octobre pour Fribourg. Je n'ai pas compris dans le tableau les stations où il y a eu omission de plus d'un mois, et c'est pour cela qu'on n'y trouve pas les résultats des observations faites à Ilanz, à Auen, à Saint-Imier, au Sentier, à la Val-Sainte, au Grindelwald, à Wildhaus et au Marchairuz. J'y ai compris, cependant, tout incomplet qu'il est, le résultat de celles faites à Pont-Martel, nouvelle station neuchâteloise, voisine du Locle et dont l'altitude est de 1023 mètres. Comme dans les années précédentes, j'ai inséré, dans le tableau pour Genève, le Simplon et le Grand Saint-Bernard, de même que pour les autres stations, les moyennes de trois observations diurnes seulement, afin qu'elles soient plus comparables entre elles, celles des neuf observations qui se font par jour en ces trois stations donnant des résultats moins élevés d'environ deux dixièmes de degré.

L'année 1866 a été, en moyenne, pour la température, plus chaude que 1864 et assez analogue à 1865, mais avec une distribution un peu différente et moins favorable pour les récoltes. L'hiver y a été généralement doux et il n'y a presque point eu de neige à Genève, mais les autres saisons, surtout l'été et l'automne, ont été as-

sez pluvieuses et moins chaudes qu'en 1865. La moyenne de l'automne s'y rapproche beaucoup, en général, de celle de l'année. Il s'y trouve des mois consécutifs dont les températures moyennes diffèrent peu l'une de l'autre : tels sont février et mars, avril et mai, juin et juillet, août et septembre. Les extrêmes de température, surtout ceux de froid, ont été moins distants de la moyenne qu'en 1865. Ainsi, pour les trois stations de Montreux, Genève et le Saint-Bernard, où les températures moyennes de ces deux années ont été identiques, savoir de 10°,8 pour Montreux, 10°,3 pour Genève et —1°,0 pour le Saint-Bernard, les *minima* et *maxima* ont été :

En 1865, pour Montreux, de . . . —11°,4 et +28°,6
» Genève, de . . . . —11°,0 et +31°,4
» le Saint-Bernard, de —26°,8 et +20°,4

Tandis qu'en 1866 ils ont été :

Pour Montreux, de . . . . — 4°,7 et +28°,9
» Genève, de . . . . . — 6°,4 et +30°,3
» le Saint-Bernard, de —18°,0 et +16°,8.

L'extrême de froid, entre toutes les stations, qui a été de —24°,8, a eu lieu à Bevers, dans les Grisons, le 14 décembre 1865; et la plus grande chaleur observée, de 34°3, a eu lieu à Lugano le 16 juillet 1866. Je dois continuer à rappeler que la plupart des stations ne sont pas pourvues de thermomètres à index, de sorte que les *maxima* et *minima* peuvent y avoir été réellement un peu plus grands qu'ils n'ont été notés.

Il y a des stations assez peu distantes entre elles, dont les hauteurs et les températures annuelles sont presque égales, qui présentent des différences notables dans leurs saisons et leurs extrêmes. Telles sont, par exemple, Win-

terthur et Soleure en 1866. Elevées l'une et l'autre de 441 mètres au-dessus du niveau de la mer, et ayant eu une température moyenne annuelle de 9 degrés, l'hiver, le printemps et l'automne ont été plus froids, mais l'été sensiblement plus chaud dans la première de ces villes que dans la seconde, et les extrêmes de température ont été de —11°,2 et +32°,3 à Winterthur, et seulement de —6°,0 et +22°,8 à Soleure.

On peut remarquer aussi qu'à mesure qu'on s'avance vers la partie orientale de la Suisse, la température tend un peu à s'abaisser et les extrêmes annuels à s'étendre.

Il paraît y avoir assez de fixité, d'une année à l'autre, dans les stations comparativement chaudes ou froides. Ainsi la ville de Sion, quoique bien plus haute que Genève et ayant eu un hiver un peu plus froid, a eu encore, en 1866, comme Montreux, une température annuelle plus élevée d'un demi-degré que la nôtre. Bevers a continué, en revanche, à être une localité excessivement froide, tandis que Græchen, en Valais, à peu près à la même altitude, est une station comparativement chaude.

Je dois rappeler, à cette occasion, l'intéressante discussion sur les causes probables de ces différences de température, contenue dans un mémoire lu en 1864, par M. le professeur Plantamour, à la réunion à Zurich de la Société helvétique des sciences naturelles, et dont j'ai donné un extrait dans le numéro d'avril 1865 des *Archives des sciences physiques et naturelles.* M. Plantamour y a obtenu, d'après la comparaison qu'il a faite des températures pendant l'hiver de 1863 à 1864, observées en Suisse au nord et au sud de la grande chaîne des Alpes, une différence d'environ trois degrés entre ces températures moyennes. La comparaison immédiate et sans cor-

rection provenant de différences de latitude, de deux ou trois années d'observation entre les stations de Bâle, Zurzach et Kœnigsfeld d'un côté, Bellinzone, Lugano et Mendrisio de l'autre, m'a donné une différence moyenne de 2°,6. Celle entre les stations un peu plus élevées de St-Gall, Gliss et Thusis du côté du Nord, Castasegna, Faido et Brusio du côté du Sud, ne m'a donné que 1°,5. Mais ce n'est là qu'un premier aperçu partiel, en attendant une discussion plus approfondie. On peut remarquer, quant aux extrêmes annuels, que les *minima* diffèrent beaucoup plus entre eux que les *maxima* dans les stations au nord et au midi des Alpes.

Voici un petit tableau comparatif des températures moyennes annuelles de quelques-unes des villes ou localités principales de la Suisse, pour lesquelles il y a eu déjà trois années d'observations récentes. Ce sont les moyennes de ces trois années, rangées dans l'ordre successif d'abaissement thermométrique.

	Températures annuelles en degrés centigrades.		Températures annuelles en degrés centigrades.
Bellinzone	12,2	Schaffhouse	8,7
Lugano	11,7	Arau	8,6
Montreux	10,5	Schwytz	8,6
Genève	10,0	Zurzach	8,6
Martigny	9,9	Winterthur	8,4
Morges	9,7	Glaris	8,3
Bex	9,7	Berne	8,1
Bâle	9,6	Stanz	8,0
Altorf	9,6	Trogen	7,2
Neuchâtel	9,3	Chaux-de-Fonds	6,3
Zug	9,3	Sainte-Croix	6,3
Coire	9,2	Einsiedeln	5,9
Zurich	9,0	Bevers	1,6.

Voici les moyennes pour quatre villes où l'on n'a encore que deux années des nouvelles observations :

	Températures annuelles en degrés centigrades.		Températures annuelles en degrés centigrades.
Sion	11°,0	Soleure	8°,5
Frauenfeld. . . .	8,9	Saint-Gall	7,8

On voit, par ce tableau, que Genève est à un degré assez élevé, entre les villes de la Suisse, sous le rapport de la température ; et il faut encore remarquer que l'observatoire est plus haut d'environ 33 mètres que la partie de la ville située au bord du lac. La même remarque s'applique à Zurich et surtout à Neuchâtel.

Bâle et Altorf ont la même température moyenne, malgré une différence d'altitude de 176 mètres. Il en est de même pour Arau, Zurzach et Schwyz, quoique les deux premières villes aient leur niveau inférieur de 158 et de 192 mètres à celui de Schwyz. Berne et Stanz ont aussi, à un dixième de degré près, la même température annuelle, malgré une différence de niveau de 118 mètres.

Stanz et Altorf présentent, en revanche, une différence de température de 1°,6, quoiqu'elles soient situées, la première à 456, la seconde à 454 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ces valeurs n'étant fondées que sur trois années d'observations, elles ne doivent être envisagées que comme de premières approximations.

J'ai reçu dernièrement de M. le professeur G. Ferri, de Lugano, un résumé qu'il a publié en italien des observations météorologiques faites dans cette ville en 1866. Il y a joint une comparaison intéressante des différences

moyennes de température et de pression barométrique observées de mois en mois entre Lugano et l'hospice du Saint-Gotthard, pour une différence d'altitude de 1812 mètres. Cet hospice est éloigné seulement d'environ 33 minutes de degré, ou de 61 kilomètres, au nord de Lugano.

Je rapporterai ici les différences moyennes de saisons et d'année; celles des pressions sont exprimées en millimètres de mercure réduit à 0°.

	Différences	
	de température.	de pression.
	°	mm
Hiver	8,93	149,66
Printemps . . .	13,99	147,20
Été	13,98	142,81
Automne	11,03	146,36
Année 1866 . .	11,98	146,51

On voit, par ce tableau, que les différences de pression suivent une marche inverse de celle des températures, ce qui résulte très-naturellement de l'extension que prennent les couches atmosphériques, en se dilatant par l'effet de la chaleur.

Les observations suisses permettront de nombreuses comparaisons de ce genre, analogues à celles que M. Plantamour a déjà faites entre Genève et le Saint-Bernard, pour une différence d'altitude de 2070 mètres, et M. Hirsch entre Neuchâtel et la montagne de Chaumont, qui diffèrent de 664 mètres en altitude. De telles comparaisons sont propres à jeter un nouveau jour sur plusieurs points de la physique terrestre.

M. Wolf a continué à faire insérer, à la fin des cahiers mensuels des observations du réseau suisse, quelques

pages relatives, soit à des observations météorologiques antécédentes faites à Bâle, à Zurich, à Einsiedeln, soit à des observations simultanées de ce genre, faites d'heure en heure en diverses stations, pendant vingt-quatre heures consécutives, par exemple le 21 décembre 1865 et le 28 février 1866.

Pluie et neige.

L'année qui fait l'objet de cette Notice a succédé à quelques autres plus ou moins sèches, et a commencé une phase d'années pluvieuses, dans laquelle nous nous trouvons maintenant. Les mois où il y a eu le plus de pluie ou de neige en 1866, ont été ceux de février à mai, d'août, septembre et novembre. Il y en a eu peu en décembre 1865, janvier et octobre 1866. M. Wolf a placé en regard, dans son tableau pluviométrique du cahier de novembre 1866, les quantités d'eau de pluie et de neige de chacune des trois années d'observations en quarante-trois stations. Il ne s'y en trouve que deux, celles de Remüs et de Sils, dans les Grisons, où il y ait eu un peu plus d'eau tombée en 1865 qu'en 1866. La différence, dans l'autre sens, n'est pas grande pour Bevers, Stalla et Churwalden, mais elle s'élève, en général, pour les autres stations, de un cinquième à un tiers en sus. J'ai complété le tableau pour les stations où les observations ont été faites chaque mois, et même pour celles où il n'y a eu qu'un mois non observé, en indiquant quel a été ce mois; mais j'ai dû laisser en blanc celles où il y a eu plus de lacunes sous ce rapport, savoir à Porrentruy, à Faido, à la Bernina, au Bernardin, au Saint-Gotthard et au Julier.

La station où il y a eu le plus d'eau de pluie ou de neige dans cette dernière année, comme dans la précé-

dente, a été la cime du Righi, où on en a noté 2226 ½ millimètres, tandis qu'il n'y en avait eu que 1716 en 1865. Cela a tenu surtout à une énorme quantité de pluie tombée en deux journées d'août, savoir 131 ½ millimètres le 5, et 202mm,6 le 13 : cette dernière quantité est accompagnée d'un point de doute dans le tableau de ce mois-là.

Après le Righi-Kulm, c'est encore à Bellinzone qu'il y a eu le plus de pluie, savoir 2100 millimètres au lieu de 1661 ½ qui en étaient tombés eu 1865. Lugano en a eu moins, savoir 1436,3 en 1865 et 1553,3 en 1866. On remarque, pour la pluie comme pour la température, qu'il y a des stations qui se maintiennent à un niveau plus ou moins élevé. Ainsi, tandis qu'on doit compter en général, parmi les stations très-pluvieuses, celles situées sur le versant sud des Alpes, ainsi que d'autres dans l'intérieur de la Suisse, telles que Montreux, Glaris, Schwyz, Vuadens, Einsiedeln, la Chaux-de-Fonds, Sainte-Croix, Béatenberg, il y en a plusieurs qui le sont beaucoup moins, telles que Schaffhouse, Coire, Gliss, Brusio, Remüs, Zernetz et Græchen. Genève n'est pas non plus une station très-pluvieuse. L'eau tombée y a été : dans la première année d'observations, à partir de décembre 1863, de 648mm,3; dans la seconde, de 686mm,3; dans la troisième, de 969mm6 ; tandis qu'à Morges, dans son voisinage et sur le bord du même lac, ces quantités ont été respectivement de :

	778,5	902,8	1338,4
à Montreux, de.	1206,9	892,8	1631,4
et au Saint-Bernard, de. .	1577,8	1076,3	1264,0

La station de Remüs, à 1245 mètres d'altitude, offre

un *minimum* d'eau de pluie et de neige, savoir, pour ces trois mêmes années respectives :

553,9, 579,4, 573,2.

Zurich, Neuchâtel, et surtout Altorf, Zug, Stanz et Saint-Gall paraissent être, en général, plus pluvieuses que Genève.

L'année actuelle sera probablement très-abondante en pluie en un grand nombre de stations, car dans les six mois compris entre décembre 1866 et mai 1867, il est déjà tombé à Genève 624^{mm},4 d'eau de pluie et de neige, soit à peu près autant qu'il en est tombé pendant toute l'année 1864. Il n'en est tombé, en revanche, au Saint-Bernard, dans ce même semestre, que 616^{mm},7 ; et l'on peut voir, par les chiffres précédents, que déjà, dans les deux années 1865 et 1866, il y a eu moins d'eau tombée en cette station que lors de la première année des observations du réseau suisse.

La publication de la quatrième année de ces observations, de celle qui part du mois de décembre 1866, a déjà commencé, et j'y ai vu avec une sensible satisfaction qu'il s'y trouvait encore 72 stations, parmi lesquelles on peut compter les plus intéressantes, et un petit nombre de stations nouvelles. Celles qui manquent maintenant sont la Bernina, le Marchairuz, Wildhaus, la Chaux-de-Fonds, Ilanz, Gliss, Dizy, Stanz, Zug, Morges, Kœnigsfeld, Mendrisio et Zurzach. En revanche, les observations ont recommencé à Zermatt, et il s'en fait actuellement à Davos, station élevée des Grisons, à Gersau, au bord du lac de Lucerne, et à Kaisersthul, sur la rive gauche du Rhin, vers l'extrémité nord du canton d'Argovie, près de Zurzach.

Il serait à désirer que les observations parussent un peu plus promptement, comme cela a lieu, par exemple, pour celles de Rome et de Bruxelles. Mais on comprend aisément les difficultés que présentent leur réunion, le calcul des moyennes et l'impression chaque mois d'un cahier in-4° d'une cinquantaine de pages, presque tout rempli de chiffres. On doit certainement de la reconnaissance, soit aux observateurs, soit aux calculateurs, et à M. Wolf qui dirige leur travail. Il me paraîtrait désirable qu'on indiquât plus distinctement, comme cela a lieu pour Genève et le Saint-Bernard, les quantités de neige tombées en chaque station, en même temps que leur réduction en eau.

Tableau des températures moyennes de l'année comprise entre décembre 1865 et novembre 1866, de ses quatre saisons, de ses extrêmes annuels de température, et des quantités annuelles d'eau de pluie et de neige, résultant de trois observations diurnes en diverses stations suisses, ces stations étant rangées dans l'ordre de leurs hauteurs au-dessus du niveau de la mer.

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.							Quantités annuelles d'eau tombée en millimètres.
		Moyennes annuelles.	Hiver Décem. 1865 Février 1866	Printemps Mars-Mai 1866.	Été Juin-Août 1866.	Automne Sept.-Nov. 1866.	Minima annuels.	Maxima annuels.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	mm
Bellinzone (Tessin)	229	11,9	3,6	11,2	20,8	12,0	— 3,4	31,3	2100,2
Lugano »	275	11,8	3,8	11,0	20,6	12,0	— 4,2	34,3	1553,3
Bâle....................	278	9,7	2,9	9,2	17,9	8,9	— 9,1	29,7	952,1
Zurzach (Argovie)	355	9,0	1,6	8,4	17,2	8,9	—10,6	32,4	1050,2
Mendrisio (Tessin).........	355	12,0	3,9	10,6	21,3	12,3	— 3,6	32,1	1460,8
Königsfeld (Argovie).......	371	9,5	2,0	9,0	17,8	9,3	— 6,3	30,1	1185,0
Morges (Vaud)	380	10,1	3,0	9,1	17,6	10,6	— 6,4	28,8	1338,4
Montreux (Vernex, Vaud)...	385	10,8	3,9	9,6	18,4	11,3	— 4,7	28,9	1631,4
Arau (Argovie)....	389	9,0 ?	1,8	8,6	17,2	8,4 ?	— 7,6	29,6	996,8 [1]
Olten (Soleure)...........	393	9,6	2,1	9,0	17,8	9,7	— 6,1	29,9	1183,8
Schaffhouse..............	398	9,2 ?	1,5	8,6	17,4 ?	9,2	—10,1	31,1	685,9
Genève (observatoire)	408	10,3	3,3	9,1	18,0	10,8	— 6,4	30,3	969,6
Frauenfeld (Thurgovie).....	422	9,0	1,3	8,4	17,4	9,0	— 8,8	28,5	916,2
Kreuzlingen »	424	9,2	1,9	8,3	17,2	9,5 ?	— 6,5	28,1	918,4
Zug....................	429	9,9	1,9	8,9	18,3	10,4	— 7,0	31,0	1247,1
Porrentruy (Berne)........	430	9,2 ?	2,6	7,7	17,0	9,5 ?	—10,8	30,4	
Bex (Vaud)..............	437	10,0	2,4	9,5	17,8	10,5	— 9,6	32,5	1186,8

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.							Quantités annuelles d'eau tombée en millimètres.
		Moyennes annuelles.	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	mm
Rathausen (Lucerne).......	440	9,2	1,3	8,4	17,6	9,5	— 9,6	32,9	1214,6
Soleure	441	9,0	1,9	8,3	16,3	9,6	— 6,0	22,8	1277,7
Winterthur (Zurich).......	441	9,0	1,2	8,0	17,5	9,1	—11,2	32,3	1321,2
Altorf (Uri)..............	454	10,0	2,8	9,6	17,6	10,1	— 8,8	30,0	1454,6
Stanz (Underwald)	456	8,4	0,5	7,9	16,6	8,5	—11,0	28,7	1302,8
Glaris...................	473	8,8	0,9	8,6	16,5	9,0	—10,7	30,0	1671,6
Altstætten (St-Gall)	478	9,5	1,3	9,0	17,5	10,0	—12,5	29,7	1337,9
Zurich (observatoire).......	480	9,4	1,9	8,5	17,7	9,6	— 8,5	28,6	1200,7
Muri (Argovie)	483	9,0	1,4	8,2	17,2	9,1	— 7,3	29,3	1076,4
Neuchâtel (observatoire).....	488	9,7	2,0	8,7	17,8	10,0	— 8,4	32,6	1013,4
Martigny (Valais)	498	10,0	1,3	10,1	18,5	10,1	— 8,5	31,1	969,6
Sargans (St-Gall).........	501	9,7	2,0	9,5	17,2	10,0	—13,0	31,0	1048,7
Sion (Valais).............	536	10,8	2,6	10,7	19,1	11,0	— 8,2	31,2	1067,0
Marschlins (Grisons).......	545	9,1	1,5	9,0	16,6	9,2	—13,5	30,1	1144,7
Schwytz.................	547	9,0	1,7	8,2	16,8	9,3	— 7,2	28,0	1731,0
Interlach (Berne)..........	567	9,0	0,9	8,6	17,3	9,0	— 8,4	29,9	1331,7
Berne (observatoire).......	574	8,6	1,2	7,7	16,8	8,7	—10,7	30,6	958,4
Bœtzberg (Argovie).......	577	8,3	0,9	7,5	16,3	8,4	— 7,4	29,0	1075,2
Brienz (Berne)...........	586	9,0	1,3	8,6	16,9	9,1	— 8,5	29,3	1278,1
Dizy (Vaud).............	588	9,1	1,8	8,0	17,1	9,5	— 7,7	29,1	1414,8
Reichenau (Grisons)	597	8,9	1,1	8,6	16,7	9,0	—10,7	30,2	1048,4

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.							Quantités annuelles d'eau tombée en millimètres.
		Moyennes annuelles.	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	mm
Coire (Grisons)...........	603	9,6	1,8	9,2	17,5	9,7	—11,5	30,1	816,8
Fribourg	641	8,4 ?	1,0	7,4	16,7	8,6 ?	—13,0	28,5	1122,0
Lohn (Schaffhouse)........	645	8,1	0,3	7,5	16,3	8,5	—11,7	29,6	909,7
Saint-Gall	679	8,3	1,0	7,4	16,1	8,6	—10,1	27,3	1285,6
Gliss (Valais).............	688	8,9	0,3	9,0	17,8	8,6	—10,6	31,0	690,2
Castasegna (Grisons).......	700	10,0	3,2	8,7	18,0	10,0	— 5,9	27,4	1337,6
Thusis »	706	8,9	1,0	8,7	17,0	8,8	— 9,7	31,0	757,0
Faido (Tessin)............	722	9,7	2,6	8,4	18,2	9,6	— 5,5	29,8	
Brusio (Grisons)..........	777	9,9	3,5	8,4	17,5	9,9	— 4,5	29,0	634,9 [2]
Affoltern (Berne)..........	795	7,8	1,0	6,6	15,5	8,1	— 7,9	27,1	1425,7
Vuadens (Fribourg)........	825	7,6	0,4	6,3	15,5	8,1	—11,1	27,4	1924,5
Uetliberg (Zurich).........	874	7,3	1,0	5,9	14,7	7,7	— 8,8	29,5	953,8
Trogen (Appenzell)........	885	7,9	1,5	6,5	15,4	8,1	—10,0	25,2	1498,2 [3]
Einsiedeln (Schwytz).......	910	6,7	— 0,8	6,1	14,4	6,9	—13,6	24,9	1651,8
Chaux-de-Fonds (Neuchâtel) .	980	6,5	0,2	4,9	14,2	6,7	—12,7	27,5	1775,0
Ponts-de-Martel » ..	1023			4,6	13,6	6,5		30,5	1590,1 [4]
Engelberg (Underwald).....	1024	6,0	— 0,8	4,9	13,6	6,5	—13,2	25,5	1741,0
Ste-Croix (Vaud)	1092	6,6	0,8	4,9	13,4	7,2	— 9,0	25,9	1696,2
Beatenberg (Berne)	1150	6,8	1,0	5,2	13,8	7,3	— 9,7	26,3	1660,4
Chaumont (Neuchâtel)......	1152	6,0	0,2	4,1	13,6	6,6	—10,1	25,7	1063,4
Closters (Grisons)........	1207	5,8	— 0,7	4,6	13,0	6,3	—12,0	26,2	1196,5

Noms des Stations et des Cantons.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.							Quantités annuelles d'eau tombée en millimètres.
		Moyennes annuelles.	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	
	m	°	°	°	°	°	°	°	mm
Churwalden (Grisons)	1213	6,5	+ 0,7	4,9	13,4	6,8	—10,8	25,0	1094,4
Remüs »	1245	6,1	— 2,0	5,4	14,6	6,3	—13,6	29,6	573,2
Reckigen (Valais).........	1339	4,7	— 2,7	3,0	13,2	5,1	—15,0	26,6	952,8
Platta-Medels (Grisons).....	1379	5,6	— 0,2	3,8	12,6	6,2	—11,2	25,9	1164,2
Andermatt (Uri)	1448	3,8	— 3,2	3,0	11,1	4,1	—16,5	22,7	1313,9
Splügen (village, Grisons) ...	1471	3,9 ?	— 3,8	2,6	12,0 ?	4,5	—18,5	25,5	1319,8
Zernetz »	1476	4,2	— 4,2	3,0	12,8	5,2	—20,1	26,2	594,4
Græchen (Valais)..........	1632	4,8	— 1,0	2,9	12,4	5,0	—12,2	24,0	554,2
Bevers (Grisons)..........	1715	2,1	— 6,5	0,7	11,0	3,1	—24,8	24,6	783,0
Stalla »	1780	3,6	— 2,5	1,4	11,1	4,4	—16,3	23,7	1096,1
Righi-Culm (Schwytz)	1784	2,7	— 1,8	0,1	8,9	3,6	—11,6	19,0	2226,5 ?
Sils-Maria (Grisons).....	1810	2,2	— 5,1	0,5	10,4	2,8	—19,3	21,5	933,1
Bernina-la-Rœsa »	1873	2,6	3,4	0,2	10,8	2,9	—21,0	20,6	
Simplon (hospice, Valais) ...	2008	1,7	— 3,9	— 0,5	9,0	2,1	—15,0	19,4	904,9
Bernardin (village, Grisons) .	2070	1,1	— 4,0	— 1,2	8,1	1,4	—14,4	18,9	
St-Gotthard (hospice, Tessin)	2070	—0,3	— 5,1	— 3,0	6,5	0,5	—18,1	20,4	
Julier (Grisons)	2204	0,3	— 5,6	— 1,7	7,7	0,9	—17,0	20,0	
St-Bernard (couvent, Valais).	2478	—1,0	— 5,8	— 3,4	5,5	—0,1	—18,0	16,8	1264,0

[1] Novembre manque pour l'eau tombée à Arau. — [2] Novembre manque pour l'eau tombée à Brusio.
[3] Octobre manque pour l'eau tombée à Trogen. — [4] Décembre 65 manque pour l'eau tombée aux Ponts-de-Martel.

SUR LA

TRANSFORMATION DU TRAVAIL MÉCANIQUE

EN COURANT ÉLECTRIQUE

SANS L'EMPLOI D'AIMANTS PERMANENTS

PAR

M. le Dr W. SIEMENS

(*Bulletins de l'Académie de Berlin*, 17 janvier 1867.)

Le rapprochement ou l'éloignement de deux fils parallèles, placés dans le circuit d'une pile, affaiblit ou renforce le courant, selon que ce déplacement a lieu dans le sens direct ou inverse des forces que les courants induits exercent les uns sur les autres. Le même phénomène apparaît plus intense quand on rapproche ou qu'on éloigne les extrémités polaires de deux électro-aimants dont les spires font partie d'un circuit voltaïque. Renverse-t-on la direction du courant dans l'un des fils au moment où la distance est la plus grande ou la plus petite (comme cela se réalise mécaniquement dans les appareils de rotation électro-dynamique et dans les machines électro-magnétiques), il en résulte une diminution durable dans l'intensité du courant de la pile dès que l'appareil se meut. Cet affaiblissement est produit par les contre-courants que détermine le mouvement dans le sens des forces mouvantes : il est si considérable qu'il explique pourquoi les moteurs électro-magnétiques ne peuvent être avantageusement manœuvrés par les piles galvaniques. Si un de ces

moteurs est mis en rotation dans un sens inverse par une force mécanique extérieure, le courant de la pile doit, au contraire, être renforcé par les courants induits de même direction que lui. Or, cet accroissement du courant entraîne l'augmentation du magnétisme de l'électro-aimant, et par conséquent celle du courant induit qui en résulte: dès lors le courant de la pile s'accroît rapidement jusqu'à un point tel qu'on peut le supprimer entièrement sans qu'il en résulte une diminution du courant induit. Si on cesse de tourner, ce courant s'évanouit naturellement, et l'électro-aimant perd son magnétisme. Mais la faible aimantation qui demeure dans le fer le plus doux suffit, quand la rotation recommence, pour induire à nouveau un accroissement progressif de courant dans le circuit. Il suffit donc de lancer une fois pour toutes, et pendant peu de temps, le courant d'une pile dans le fil d'un électro-aimant pour que l'appareil soit et demeure amorcé. Le courant qu'il produit a une direction qui dépend de la polarité du magnétisme rémanent. Si on la renverse à l'aide d'un courant temporaire convenable, on retrouvera un renversement analogue dans tous les courants énergiques que la rotation éveillera.

L'action que nous venons de décrire doit sans doute se produire dans toute machine magnéto-électrique fondée sur l'attraction et la répulsion d'électro-aimants dont les fils font partie d'un même circuit. Mais il faut des conditions particulières pour obtenir des inducteurs électro-dynamiques d'une grande puissance. Le fer de l'aimant entouré par des courants auxquels les commutateurs impriment le même sens, doit pouvoir *conserver*, pendant le changement de sens, le maximum de magnétisme, et les surfaces polaires opposées des deux aimants doivent être

tellement construites que l'aimant fixe demeure enveloppé du fer voisin pendant la rotation de l'aimant mobile. La meilleure manière de remplir ces conditions consiste dans l'arrangement que j'ai proposé depuis longtemps et qui a été plus tard souvent exécuté par moi et par d'autres. L'électro-aimant rotatif est formé d'un cylindre de fer mobile autour de son axe, pourvu de deux entailles opposées et parallèles à l'axe qui reçoivent les révolutions du fil isolé. Les extrémités polaires d'un assez grand nombre d'aimants en acier, ou, dans le cas actuel, les pôles de l'aimant fixe embrassent la périphérie de ce cylindre de fer dans toute sa longueur et le plus près possible de sa surface.

Avec une machine ainsi construite, quand les rapports des diverses parties sont convenablement réglées et que le commutateur fonctionne bien, on obtient, à l'aide d'une rotation suffisamment rapide dans un circuit formé d'une faible résistance, des courants si intenses que les fils de l'électro-aimant atteignent vite une température qui carbonise leur enveloppe. C'est un danger auquel on remédie par l'introduction d'une résistance additionnelle, ou en modérant la vitesse de rotation. L'efficacité des inducteurs magnéto-électriques ordinaires n'augmente pas en proportion de leurs dimensions, mais c'est l'inverse dans celui que je décris. Cela provient de ce que la force des aimants permanents croît dans un rapport beaucoup plus petit que la masse de l'acier nécessaire à leur construction, et aussi de ce que la force magnétique d'un grand nombre de petits barreaux d'acier ne peut être concentrée sur une petite surface polaire sans affaiblir considérablement l'effet des divers aimants, et même sans en démagnétiser quelques-uns entièrement. On voit pour-

quoi les appareils d'induction faits d'aimants en acier ne valent rien pour produire des courants très-énergiques et durables. On a souvent essayé de fabriquer de tels inducteurs de grande puissance pour l'éclairage électrique, mais on n'a réussi qu'en leur donnant des dimensions colossales, ce qui les rend très-coûteux. De plus, les aimants d'acier perdent promptement la plus grande partie de leur magnétisme et la machine sa force primitive.

Le mécanicien Wild, de Birmingham, a récemment réussi à accroître la puissance des machines magnéto-électriques en combinant deux magnetinducteurs de ma construction ci-dessus décrite. Il munit le plus gros d'entre eux d'un électro-aimant au lieu d'aimants d'acier, et emploie l'autre à le magnétiser d'une manière durable. Comme l'électro-aimant l'emporte en puissance sur les aimants d'acier qu'il remplace, le courant qui résulte de cette combinaison doit être renforcé au moins dans la même proportion.

Il est aisé de reconnaître que Wild est ainsi parvenu à diminuer d'une manière notable le défaut des inducteurs à aimants d'acier. Mais, outre qu'il n'est pas commode d'employer simultanément deux inducteurs pour produire un courant, son appareil demeure toujours sous la dépendance de l'efficacité incertaine des aimants d'acier.

Les arts industriels ont maintenant les moyens de produire des courants électriques d'une puissance illimitée, à l'aide de procédés commodes et peu chers, partout où de la force mécanique est disponible. Cette découverte leur sera sans doute profitable de bien des manières.

E. W.

Les appareils de M. Siemens sont exposés à Paris, dans la galerie des machines de l'Exposition universelle. Un autre mécanicien, M. Ladd, de Londres, a aussi placé sous les yeux du public une solution analogue du même problème. On trouve dans les *Proceedings* de la Société royale de Londres les communications faites à ce corps savant sur les recherches de M. Ladd et sur la construction de son instrument.

NOTICE

SUR LE

PHÉNOMÈNE ERRATIQUE

AU NORD DU LAC DE CONSTANCE

ET

CATALOGUE DE SOIXANTE-CINQ DES BLOCS ERRATIQUES LES PLUS INTÉRESSANTS DE LA SOUABE SUPÉRIEURE

PAR

M. Albert STEUDEL
de Ravensbourg.

Si l'on considère une carte géographique du sud de l'Allemagne, on voit que le Jura, après avoir été coupé par le Rhin près de la chute de Schaffhouse, se prolonge en s'éloignant de plus en plus de la frontière suisse dans la direction nord-est. Il se rapproche du Danube, devient plus large et passe, sur la rive gauche de ce fleuve, près des villes de Geisingen et de Sigmaringen, il s'étend entre le Danube et le Neckar, et quitte le territoire wurtembergeois au nord-est de la forteresse d'Ulm pour entrer dans le nord de la Bavière. Une ligne droite joignant les deux points extrêmes, Schaffhouse et Ulm, suivrait à peu près la frontière géologique méridionale du Jura wurtembergeois. Prenons un troisième point sur l'extrémité orientale du lac de Constance aux environs de Brégenz, joignons-le avec les deux autres, Schaffhouse et Ulm, nous aurons alors un triangle rectangulaire, dont l'hypoténuse sera

représentée par la frontière méridionale du Jura, les deux autres côtés par le lac de Constance et le Rhin, et par l'Iller, qui coule à peu près du sud au nord, pour se jeter dans le Danube près d'Ulm.

Le sol de ce triangle appartient en grande partie au Wurtemberg, un peu au grand-duché de Bade, à la Prusse et à la Bavière, et il est constitué en majorité par la formation de la mollasse qui s'étend des bords du lac de Genève au travers de la grande dépression suisse entre les Alpes et le Jura, jusque sur les rives du Danube.

Le but du présent mémoire est de faire connaître, dans l'intérieur de ce triangle, l'existence d'un phénomène erratique qui a le plus grand rapport avec celui qui a été signalé en Suisse par les savants de ce pays. Il y a cependant quelques différences, car tandis qu'en Suisse des blocs erratiques gigantesques ont été portés jusqu'aux cimes et au delà des premières chaînes du Jura, il n'en a pas été de même dans le Jura wurtembergeois. En effet, excepté sur quelques points fort rapprochés de la Suisse, par exemple au Randen, pas un seul bloc erratique alpin n'atteint la partie supérieure du Jura wurtembergeois.

Nous remarquerons aussi que le terrain erratique, qui a été apporté sur notre sol s'y montre à deux états différents. Le premier comprend les grands blocs à angles aigus : beaucoup, quoique polis, portent des raies ou des stries. Le second contient les pierres arrondies plus petites, qui doivent leur forme au mouvement de l'eau ou au frottement longtemps prolongé des glaciers.

Les blocs erratiques de nos environs se trouvent souvent sur les points les plus élevés de nos petites collines.

Ils sont particulièrement répandus sur les mamelons qui forment des proéminences dans la contrée et qui offrent des vues superbes sur la chaîne des Alpes depuis le Zugspitz jusqu'à la Iungfrau. Souvent les blocs sont plus ou moins enfoncés en terre dans des argiles, des tufs, des sables ou des graviers ; ils se trouvent aussi cachés dans de sombres forêts et couverts de mousses dont les espèces ont peut-être été apportées par les blocs dans leur voyage des Alpes aux plaines de l'Allemagne. Quelquefois la charrue les met à découvert, et le laboureur, qui naguère en redoutait la présence, s'en console en les vendant. Le prix des matériaux de construction qu'on en tire a varié en raison de la rareté des blocs : la toise carrée ne coûtait presque rien il y a vingt ans, il y a une dizaine d'années elle s'est élevée de quatre à six florins, et aujourd'hui elle en coûte vingt-cinq ou trente. Ces variations sont une conséquence de ce que ces blocs, ou plutôt ces miettes tombées de la table de nos voisins les Suisses, si richement servie en phénomène erratique, sont exploitées et disparaissent de plus en plus, parce qu'elles sont les seuls matériaux solides de construction des plaines de notre pays. Les architectes les recherchent beaucoup, et leur destruction progresse activement. Il y a peu de semaines, par exemple, qu'on a détruit un des blocs les plus considérables (n° 9 du catalogue), auquel se rattachait une légende du moyen âge. Heureusement que quelques personnes éclairées, qui mettent de l'intérêt aux sciences, font des efforts pour conserver, surtout dans les forêts du gouvernement, ces blocs, témoins muets mais authentiques de l'époque glaciaire.

Recherchons maintenant jusqu'où s'étendent les blocs erratiques descendus des Alpes. Pour résoudre cette

question, je ferai observer que le sol du triangle dont j'ai parlé ci-dessus offre deux pentes, quoiqu'à tout prendre il forme une plaine; l'une de ces pentes aboutit au lac de Constance, l'autre au Danube; l'Argen et la Schussen arrosent la première, le Riss la seconde. L'Argen, dont les deux bras décrivent un grand circuit du sud au nord-ouest et au sud-ouest charrie dans son lit des débris des Alpes de l'Algœu. La partie inférieure du cours de cette rivière est parsemée de nombreux blocs alpins, faciles à distinguer des pierres de l'Algœu, tandis que la partie supérieure n'en renferme pas: cela vient de ce que les montagnes situées à l'est et au nord-est de Brégenz protégeaient cette partie du cours de l'Argen contre l'envahissement des glaciers du Rhin, lequel sortait de la Suisse, avec une direction du sud au nord, pour s'étendre dans la plaine, après avoir traversé le lac de Constance.

La réunion du glacier de l'Iller et du glacier du Rhin paraît ne s'être faite qu'au nord des montagnes de Brégenz, dont je viens de parler, c'est-à-dire aux environs de Leutkirch.

La vallée de l'Argen nous ayant fourni quelques renseignements sur l'ancienne étendue du glacier du Rhin, examinons la vallée de la Schussen pour y chercher la limite septentrionale des blocs erratiques. La source de la Schussen se trouve à peu près à moitié chemin entre le lac de Constance et la ville d'Ulm. Cet endroit a acquis quelque célébrité par la découverte qui y a été faite l'année dernière par MM. Valet de Schussenried et Frass de Stuttgard. En faisant des fouilles pour augmenter la quantité d'eau qui arrivait à un moulin, on a trouvé de nombreux débris de rennes et d'autres animaux de la

zone glaciale, ainsi que des mousses du même climat, le tout associé à des pierres et à des os taillés de main d'homme [1].

Cette localité remarquable est située près d'une espèce de rempart naturel formant un demi-cercle, et que MM. Desor et Escher de la Linth ont reconnue, au premier coup d'œil, pour être une moraine. Nous avons tracé sur la carte qui accompagne ce mémoire cette grande enceinte qui n'est pas la seule de son espèce dans la plaine dont nous nous occupons, mais qui certainement est une des plus septentrionales. En effet, si l'on tire de l'Est à l'Ouest une ligne passant par la partie la plus septentrionale de cette grande moraine, je pense avec M. Valet, qui connaît fort bien nos environs, et M. Ducke, de Wolfegg, qui depuis plusieurs années s'occupe du phénomène erratique de notre pays, que cette ligne marque la limite septentrionale du territoire des blocs du côté du Nord. Il est vrai qu'au delà, c'est-à-dire au nord du degré de latitude qui passe à la source de la Schussen, il y a encore quelques grosses pierres auxquelles le nom de bloc peut convenir ; ainsi M. le curé Probst de Mettenberg, près de Biberach, qui s'occupe des fossiles de la mollasse marine de Baltringen, et qui en a une belle collection, a soutenu, dans un article publié dans les *Naturwissenschaftliche Jahreshefte von Württemberg*, que le groupe le plus septentrional de ces pierres se trouve entre Oberhöfen et Warthausen, un peu au nord de la ville de Biberach (n° 59 du catalogue), et M. Hildebrand, aide géologue de M. Quenstedt, a reconnu un autre bloc erratique sur la cime du Bussen, un peu plus à

[1] *Archives*, 1867, tome XXIX, p. 31.

l'ouest du précédent. Toujours est-il que nous ne nous éloignerons pas de la vérité en disant que le degré de latitude qui passe par la source de la Schussen sépare un terrain riche en blocs erratiques d'un terrain qui en est presque complétement dépourvu.

On peut encore remarquer que cette même rivière, qui, après un cours d'une douzaine de lieues, se jette dans le lac de Constance près de Frédérichshafen, divise en deux parties le midi du triangle dont nous avons parlé ; l'une, à l'Est, est remarquable par la grandeur et l'abondance des blocs et des moraines ; l'autre, à l'Ouest, est plus sablonneuse et contient des blocs moins nombreux et moins considérables. Cependant, on en connaît quelques-uns, par exemple ceux de la forteresse d'Hohentwiel, celui du village de Laiz, près de Sigmaringen (n° 64 du catalogue), et ceux d'Obermarchthal, dans la vallée du Danube (n° 58). Ils sont voisins de l'hypoténuse du triangle que nous avons tracé, et quoiqu'ils soient isolés les uns des autres, leur volume est assez considérable pour nous faire penser que la glace seule a été capable de les charrier.

On trouve encore dans nos environs des roches alpines à l'état de cailloux roulés plus ou moins considérables ; ils sont tantôt épars, et on en remarque des bords du lac de Constance jusqu'au delà d'Ulm et au versant du Jura, ou bien ils sont en amas à l'état de gravier et de sable, particulièrement aux débouchés des petites rivières. Ces amas sont exploités afin de se procurer des matériaux pour la construction et le ferrage des routes. Le pavé de plusieurs de nos villes est composé de ces cailloux, sur lesquels on détermine une face plane pour qu'ils soient moins inégaux, et dès que la pluie ou l'humidité en fait

ressortir les brillantes couleurs, on y reconnaît une grande variété de roches, le granit du Julier, le verrucano rouge ou brun des Cornes grises et de l'Albula, l'euphotide de l'Alpe des Morts au fond du Prættigau, le spilite de l'Oberhalbstein, le flysch avec des chondrites intricatus, et d'autres fucoïdes des environs de Mayenfeld, l'amphibole et le pistazite, qui sont arrivés de la Selvretta par les vallées de l'Ill de Feldkirch et du Rhin. Tous ces cailloux qui ont émigré sont maintenant mélangés, mais de même que sur le port de New-York, aux Etats-Unis, on reconnaît la nationalité de la plupart des individus qui arrivent de l'Ancien Monde, de même on peut désigner l'origine des voyageurs muets qui pavent nos rues. J'ai été aidé et dirigé dans ce travail par M. le professeur Théobald, de Coire, infatigable savant, qui connaît dans tous leurs détails les Alpes des Grisons, et qui est arrivé à conclure que la plupart des matériaux erratiques qui se trouvent aujourd'hui au nord du lac de Constance, sont originaires de la rive droite de la vallée du Rhin. Il est vrai que le sernifite, le macigno alpin, la mollasse en cailloux erratiques ressemblent étonnamment aux roches des cantons de St-Gall et d'Appenzell, situées sur la rive gauche du Rhin; mais ces formations se prolongent sur la rive droite du fleuve, aux environs de Brégenz et dans les Alpes bavaroises. La distribution du granit si bien caractérisé de Ponteiglas vient à l'appui de cette manière de voir. Il n'est en place que dans une vallée petite et pittoresque au sud du Tödi, et j'en ai trouvé de nombreux débris jusqu'aux environs de Rorschach, de Rheinek et de la charmante villa du prince de Hohenzollern (le Weinburg); je n'en ai jamais recueilli au nord du lac de Constance. Ce fait me porte à croire, comme je l'ai dit, que le ter-

rain erratique qui s'étend au nord du lac de Constance dans une plaine dont l'étendue est de 50 milles carrés, provient à peu près uniquement de la moraine latérale droite du glacier du Rhin et des glaciers qui se joignaient plus ou moins à lui, tels que ceux du Prættigau, de l'Ill et des environs de Brégenz. Nous trouvons dans cette grande plaine des moraines nombreuses, dont quelques-unes sont figurées sur la carte, et nous en dirons quelques mots dans le catalogue ci-joint. Elles sont en général disposées parallèlement à la longueur de l'ancien glacier, à peu près du sud au nord; souvent elles ne sont indiquées que par une succession de mamelons qui s'élèvent au-dessus de la plaine; la plupart de ces monticules sont couverts de végétation; leur intérieur, composé de blocs, de sable, de boue glaciaire et de cailloux striés, est semblable à celui d'une moraine. Ils indiquent nettement les différentes stations que le glacier a faites, non pas en s'avançant vers le Nord, mais en reculant vers le Sud, lors de sa dernière retraite; car il est évident que les monticules déposés avant la plus grande extension du glacier, ont été détruits et que les éléments en ont été dispersés. En tout cas, il y a une grande différence dans la structure intérieure des mamelons dont nous parlons et celle des amas de cailloux roulés situés au débouché des vallées : celle des premiers ne présente aucune stratification, tandis que dans les seconds les matériaux sont disposés avec une certaine régularité. Il est probable qu'une partie des éléments de ces derniers ont été arrachés aux premiers et charriés par les cours d'eau venant de la fonte des glaciers. Ces observations, qui se rattachent à la théorie du phénomène glaciaire, seront discutés à la suite de l'exploration géo-

logique du Wurtemberg, que MM. Bach, Deffner, Fraas et Quenstedt ont entreprise[1], mais je serai satisfait si, par la publication de cette notice, j'attire l'attention de ces messieurs et celle des savants sur les blocs erratiques et sur les éléments du sol de notre pays, qui sont tous deux sortis de la Suisse. Si les naturalistes de ce dernier pays veulent bien visiter Ravensbourg, je serai heureux de leur montrer la collection de matériaux erratiques que j'ai formée, et de les accompagner dans quelques excursions.

Voici la liste des blocs les plus remarquables de la Souabe supérieure.

1. Grand bloc de gneiss voisin de Nonnenhorn, situé à vingt pas du rivage dans le lac de Constance. On ne peut y parvenir à pied sec que dans les basses eaux.

2. Grand bloc d'ardoise grise des Grisons ; il se trouve entre Ravensbourg et Wilhelmskirch, au milieu de la forêt, sur le terrain de l'hôpital de Ravensbourg. On en a déjà enlevé douze toises pour les nouveaux bâtiments qui sont en construction entre la ville et le débarcadère.

3. Il y a quelques années, une correction de la grande route de Ravensbourg à Meersburg, a mis au jour un bloc d'une roche du terrain crétacé alpin renfermant des fossiles, probablement du gault *(Terebratula, Pecten, Ostræa, Inoceramus concentricus* et *I. alatus)*.

4. Près de la filature de MM. de Zwerger, dans le faubourg oriental de Ravensburg, on a tiré du sol un bloc

[1] Plusieurs feuilles de la carte géologique de ce pays à l'échelle de $\frac{1}{45000}$^me^ ont été publiées.

de 125 pieds cubes, présentant une face fort bien polie; il était composé de gneiss à mica très-brillant; il était enseveli dans du tuf et il en a été tiré pour servir de fondation à une partie de la fabrique.

5. La pierre des « Eggen, » petit bourg au sud du château de Waldbourg et à deux lieues de Ravensbourg, passe pour le plus grand des « *Findling* » (pierre erratique); elle est composée de *geissberger*, espèce de gneiss ou de granit.

6. Le plus grand amas de blocs erratiques de la Souabe supérieure se trouve à dix minutes à l'ouest du château de Waldbourg, où la vue des Alpes tyroliennes, bavaroises et suisses est très-remarquable. Il y a une moraine près de l'église du village de ce nom et deux énormes blocs erratiques de gneiss dans la forêt, qui recouvre le monticule connu sous le nom de « Frankenberg. » Ces deux blocs ne sont séparés que par un étroit passage, et jadis ils ne constituaient qu'une seule masse, évaluée à 1500 pieds cubes. A peu de distance se trouvent encore trois grands blocs formés du même gneiss. M. Théobald a reconnu cette roche pour être celle du Weisshorn, près de Fluela, dans les Grisons.

7. Longue traînée de blocs située sur la chaîne de monticules au nord de Waldbourg. Cet ensemble représente les restes d'une ancienne moraine.

8. Bloc pesant environ douze quintaux, formé de gneiss contenant les plus beaux grenats que j'aie trouvés dans le terrain erratique. Le bloc est au milieu de la forêt et appartient à un meunier de Schlier, grand amateur de blocs erratiques. Il le considère comme une chose fort remarquable, et veut qu'à sa mort il soit placé sur sa tombe. Cette espèce de gneiss avec grenats vient proba-

blement des environs du glacier de Rheinwald, d'après M. Théobald.

9. La pierre de « Laura, » à laquelle se rattache une légende où il est raconté qu'un chevalier ayant anciennement enlevé une dame, périt en traversant la rivière qui passe à Weingarten, tandis que la dame se sauva. Cette pierre est formée d'une spilite semblable à celle de la vallée d'Oberhalbstein; elle a été exploitée depuis longtemps, a fourni de nombreux matériaux à l'auberge et à la filature de Weingarten et vient d'être détruite pour servir aux fondations d'une fabrique de Ravensbourg.

10. La forêt voisine de Heissen est une localité riche en blocs erratiques, particulièrement près du sentier qui va d'Ankenreute à Vogt.

11. La vallée pittoresque de l'Ach de Wolfegg, qui se joint à celle de la Schussen près de Baienfurt, est riche en blocs erratiques. Il y a, par exemple, sur la droite du chemin qui conduit de ce dernier village à l'établissement de Waldbad, un bloc long de neuf pieds, large de six et épais de quatre, composé d'une belle diorite d'un brun foncé, roche que je n'ai trouvée nulle part ailleurs. Il y a dix ans environ qu'on a essayé en vain de faire sauter ce bloc, qui maintenant sera probablement conservé parce qu'il est sur le domaine de l'Etat.

12. J'ai fait plusieurs observations qui me paraissent intéressantes dans la carrière de sable voisine du chemin de Weingarten à Baienfurt; c'est là que j'ai trouvé une couche de pyrite reposant sur un bloc erratique de quartz, un fragment de quartz blanc traversé par une veine de grenat, du calcaire à nummulites avec un échinide, etc.

13. Grand bloc de gneiss, dont une partie a été enlevée en 1846, près de Laimnau, dans la vallée de l'Argen.

14[1]. Plusieurs grands blocs de gneiss près de Bodnegg.

15. Au sud-ouest de Waldbourg se voit une série de blocs de granit, de gneiss, de sernifite, de micachiste et de calcaire néocomien.

16. Bloc d'amphibole schisteux (Hornblendeschiefer), près de Sommersried, à l'est de Leupolz.

17. Grand bloc de granit, près de Waltershofen.

18. Bloc de macigno, près de l'Argensee, au sud-est de Kisslegg.

19. Bloc de gneiss, à l'est de Gébrazhofen.

20. Bloc d'amphibole avec du pistazite et bloc de granit, près d'Emmelhofen.

21. Bloc de macigno et un autre de granit, près de Weitershofen.

22. Bloc d'éclogite, à l'est d'Immenried.

23. Bloc erratique de grès mollassique avec cardium, entre Altthann et Immenried.

24. Grand bloc de granit avec des veines de quartz larges de 8—9″, qui contiennent de beaux cristaux d'andalousite et du mica blanc d'argent. Malheureusement ce bloc, tout à fait exceptionnel, a été exploité pour faire les murailles d'une maison rustique.

25. Bloc d'amphibole avec des masses ellipsoïdes de syénite et un bloc de micachiste avec des grenats, à l'est de Wolfegg.

26. Blocs de sernifite, de néocomien, de nagelfluhe, de spilite et de micachiste, dans la vallée supérieure de l'Aach, appelée vallée des Enfers.

[1] Les notes relatives à ce numéro et aux suivants jusqu'à 49 sont dues à l'obligeance de M. Ducke de Wolfegg, dont la collection des roches erratiques a été déterminée par M. Escher de la Linth.

27. Blocs de calcaire néocomien, avec bélemnites bicanaliculatus, entre Altthann et Witschwende.

28. Quelques blocs d'amphibole avec du pistazite et du mica, ainsi que des blocs de gneiss, de granit et de spilite, dans la vallée de l'Aach.

29. Bloc de mélaphyre (Augitporphyr), près d'Altthann.

30. Bloc de craie chloritée, à l'ouest de Wolfegg.

31. Blocs de granit, de gneiss, de grès, de micachiste, de spilite, de sernifite et de calcaire, dispersés en grand nombre dans la forêt d'Altdorf.

32. Blocs de grès mollassique avec cardium.

33. Blocs de calcaire (marbre rouge).

34. Grand bloc de gneiss, près d'Arnach.

35. Bloc de grès (macigno), à Einthürnenberg.

36. Bloc de gneiss, à Einthürnen.

37. Blocs de gneiss et de granit, à Molpertshaus.

38. Blocs d'amphibole schisteuse avec du pistazite, à Altthann.

39 et 40. Blocs situés sur la chaîne de collines ou ancienne moraine qui longe à l'est la route de Wolfegg à Waldsee; les blocs sont de gneiss, de granit, de grès, de schiste calcaire, de néocomien, de sernifite et d'amphibole.

41. Bloc de sernifite, à Bergatreute.

42. Bloc de hornfels, à Gambach.

43. Blocs de granit et de gneiss, dans la forêt appelée Hundbiswald.

44. Bloc de mollasse avec cardium. Ce n'est que lorsque ce bloc énorme a été exploité, qu'on a pu s'assurer qu'il était bien erratique. On en voit encore des débris dans le village de Sulpach, et les fossiles qui y sont communs ressemblent au *Cardium lapicidinum*, Mayer.

45. Blocs de gneiss et de granit, situés entre Bergatreute et Ankenreute.

46. Marbre rouge, même localité.

47. Du gneiss et du granit, même localité.

48. Bloc de gneiss, près d'Oberessendorf.

49. Bloc de gneiss, près de Boos.

50 [1]. Au sud de la station de Durlesbach, on a exploité près de la ligne du chemin de fer un grand bloc d'un granit à feldspath blanc et à mica vert, qui a servi à la construction de deux ponts, dont l'un se trouve entre Otterswang et Schussenried. On en voit encore quelques débris au pied de la ruine du vieux château d'Otterswang.

51. Au nord-est de Hopfenbach, et près du chemin qui conduit de là à Schussenried, il y avait, il y a quelques années, dans une carrière de sable, un grand bloc erratique de la même mollasse marine que celle du n° 44. Le poids en a été évalué à 4000 quintaux, sa longueur est d'environ vingt pieds.

52. Dans les champs de Dunzenhausen, entre Schussenried et Steinhausen, il y avait autrefois un bloc erratique de gneiss d'une trentaine de pieds cubes et deux blocs d'amphibole.

53. Les fondations de la vieille tour allemanique, « le Flatzenthurm, » sont faites en gneiss rouge et gris et en schiste amphibolique.

54. Près d'Enzisreute, sur le chemin entre Reute et Bergatreute, on a exploité un bloc de gneiss dont le poids a été évalué à une centaine de quintaux.

55. Près de la source de la Schussen, on a tiré du sol

[1] Les notes concernant les nos 50 à 59 sont dues à l'obligeance de M. le pharmacien Valet, de Schussenried.

un grand nombre de blocs plus ou moins considérables, parmi lesquels on voit un bloc de sernifite qui, d'après M. Escher de la Linth, est composé de la même roche que celle qui se trouve à Bergun, dans la vallée de l'Albula.

56. Près de Fünfhäuser, à l'ouest du vieux château d'Otterswang, il y a deux dalles de gneiss à grains fins. L'une d'elles a cinq à six pieds de longueur, quatre de largeur et un d'épaisseur.

57. Sur la cime de la montagne nommée « le Bussen, » qui porte un vieux château et une église, se trouve un bloc erratique.

58. D'autres blocs erratiques ont été remarqués par M. Quenstedt jusqu'à Obermarchthal, dans la vallée du Danube. Ils sont en dehors de la carte.

59. Bloc d'Oberhöfen, que M. Probst de Mettenberg, juge être le plus avancé vers le nord (Naturwissenschaftliche Jahreshefte von Württemberg, 1866, p. 59).

60. Au bord de l'Argen, près de Pfœrrich, on a découvert, à l'occasion de la construction d'une grande route, deux blocs, dont l'un est de verrucano et l'autre de gneiss. M. Kraft, ingénieur des ponts-et-chaussées à Ravensbourg, a évalué le poids de chacun de ces blocs à 120 quintaux. Celui de verrucano est poli sur une de ses faces.

61. A une demi-lieue au sud de la ville de Waldsee, il y a un bloc situé à 200 pas à l'ouest de la grande route qui va de Waldsee à Wolfegg. Il est composé d'un feldspath vert-bleuâtre auquel M. Quenstedt donne le nom de saussurite.

62. Dans les prairies, au sud du village de Schlier, on a fait sauter un grand bloc de beau gneiss.

63. A l'est de Schlier, sur la route de Waldbourg,

j'ai trouvé dans un mur un bloc de gneiss pesant environ un demi-quintal; il est remarquable par le cyanite et les grenats qu'il renferme.

64. Le bloc situé à Laiz, près de Sigmaringen, est de nature alpine, d'après l'échantillon qui m'a été envoyé. C'est un conglomérat fin et cristallin, très-commun parmi les blocs erratiques; il peut appartenir au terrain jurassique ou au flysch. Ce bloc est en dehors de la carte.

65. On a mis au jour, près de Constance, lors de la construction du chemin de fer de cette ville à Schaffhouse, un bloc erratique considérable formé de calcaire crétacé alpin; on s'en est servi pour élever un monument à la mémoire de Jean Huss « le Hussenstein. » Ce bloc est aussi en dehors de la carte.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

V. Raulin, secrétaire général de la Société linnéenne de Bordeaux. Études sur le magnétisme terrestre, premier fascicule. (Mémoire de 92 pages et 1 planche. Bordeaux, 1867, extrait du tome 26 des *Actes* de cette Société.)

M. Raulin a eu pour but principal, dans ce travail, de présenter quelques vues générales sur les variations séculaires du magnétisme terrestre, en les faisant précéder d'un examen détaillé des observations faites à ce sujet, à diverses époques et en diverses régions de notre globe.

Le § 1er a pour titre : *Etat actuel du magnétisme terrestre.* L'auteur y divise les phénomènes de ce genre en deux catégories, savoir ceux qui doivent tenir à la constitution magnétique de la terre, et ceux qu'on peut attribuer à des circonstances différentes, telles que la chaleur solaire, ou à des actions électriques superficielles. Il laisse de côté dans ce fascicule la seconde catégorie, comprenant les variations diurnes et les perturbations accidentelles, et il s'attache à la première, comprenant les propriétés magnétiques de la surface de la terre.

Il commence par la *déclinaison,* ou déviation horizontale de l'aiguille aimantée, à partir du point nord, en exposant dans leur ordre historique les principaux faits qui y sont relatifs, et faisant, dans ce but, diverses citations, tirées principalement des ouvrages d'Arago, de Humboldt et de M. Becquerel. Il suit la même marche en ce qui concerne l'*inclinaison* de l'aiguille au-dessous de l'horizon et l'*intensité* magnétique.

Le § 2, relatif aux variations séculaires du magnétisme terrestre, comprend des séries d'observations locales relatives à ces trois éléments, déclinaison, inclinaison et intensité, tels qu'ils ont été déterminés successivement et à diverses époques, en les subdivisant en cinq groupes distincts, savoir : 1° Les séries de Paris et de Londres, beaucoup plus étendues que les autres. M. Raulin a eu recours, pour la première de ces villes, à un mémoire de M. Desains, inséré dans le tome 7 de ceux de l'observatoire de Paris, et pour la seconde à l'obligeance de M. Airy, astronome royal à Greenwich. 2° Les séries du littoral atlantique et du centre de l'ancien continent européo-africain. On comprend que les observations de MM. Hansteen, Quetelet et Lamont jouent un grand rôle dans cette section. Genève y est mentionnée pour celles de déclinaison et d'inclinaison, et on y trouve aussi celles faites en Egypte, à l'île Sainte-Hélène, au cap de Bonne-Espérance, etc. 3° Les séries du littoral atlantique du continent américain. 4° Celles de l'Asie septentrionale, de l'Amérique boréale et du littoral pacifique américain. 5° Celles de l'Australie.

Ce paragraphe, dans lequel sont rassemblés un grand nombre de résultats numériques, occupe plus du tiers de l'étendue du mémoire. L'auteur y a joint, pour plus de clarté, une planche représentant graphiquement :

1° La marche corrélative de la déclinaison et de l'inclinaison à Paris et à Londres, observée de 1580 à 1865 ;

2° Cette même marche au Cap et à Sainte-Hélène de 1610 à 1860 ;

3° La marche corrélative, observée à partir de 1814, des trois éléments magnétiques à Londres, Bruxelles et Paris, à l'échelle de 2 millimètres par année et par degré ;

4° et 5° La marche simultanée, à partir de 1810, soit de la déclinaison, soit de l'inclinaison, observée en dix stations des hémisphères septentrional et méridional ;

6° La marche corrélative théorique, représentée sur une

plus petite échelle, de ces deux mêmes éléments à Paris, pendant deux cycles de 600 ans chacun, compris entre les années 1064 et 2264 de l'ère chrétienne.

Le § 3 du mémoire de M. Raulin a pour titre : *Déplacement séculaire des divers éléments magnétiques.* L'auteur, après y avoir étudié en détail la marche progressive des phénomènes avec le temps, arrive à la conclusion suivante : Pendant l'intervalle séculaire, et même triséculaire, qui vient de s'écouler, le système magnétique entier de l'Atlantique s'est déplacé, d'une part vers l'ouest et de l'autre vers le nord, c'est-à-dire dans une direction nord-ouest par rapport, tant à Paris qu'au cap de Bonne-Espérance. Un déplacement vers l'ouest dans chacune des deux régions polaires est nettement établi aussi par les faits.

M. Raulin en conclut que le pôle magnétique boréal a dû se déplacer de l'est à l'ouest, et que dans l'intervalle de 166 ans qui s'est écoulé, depuis 1664 où la déclinaison était nulle à Paris, jusqu'en 1830 où la position de ce pôle a été déterminée par Ross (en atteignant le point où la direction de l'aiguille d'inclinaison était verticale), ce pôle se serait transporté du méridien de Paris sur un autre situé à 99° 7′ de longitude occidentale, sur le parallèle de 70° de latitude. Par l'effet de cette rotation du pôle magnétique autour de l'axe de la terre, la *déclinaison* doit décroître à partir du méridien situé de 90° à l'ouest, ce qui a été, en effet, observé à Paris et à Londres depuis 1814 ; et elle décroîtra jusqu'à ce que le pôle magnétique ait parcouru encore 90° de plus, c'est-à-dire ait atteint la partie du méridien de Paris située au delà et au-dessous du pôle terrestre boréal, ce qui devrait avoir lieu, selon notre auteur, en 1964. La déclinaison de l'aiguille aimantée redeviendrait nulle en ce point, puis orientale, en croissant dans ce sens, jusqu'à ce que le pôle magnétique eut atteint le méridien situé à 90° de longitude orientale, à partir de celui de Paris. Elle diminuerait ensuite graduellement, et redeviendrait nulle de nou-

veau au retour du pôle magnétique sur le méridien de Paris. En admettant une vitesse uniforme pour le mouvement de ce pôle, on aurait 150 ans pour le quart de sa révolution compris entre 1664 et 1814, et 600 ans pour sa révolution entière. L'amplitude de la déclinaison à Paris ne dépasserait pas 22°34′ qu'elle a atteint en 1814. Elle n'était déjà plus que de 18°57′.7 le 21 octobre 1864, d'après l'*Annuaire du Bureau des longitudes* de 1867.

Quant à l'*inclinaison* de l'aiguille aimantée au-dessous de l'horizon, pour les points de l'hémisphère boréal en dehors du pôle magnétique, il résulterait du mouvement circulaire de ce pôle autour du pôle terrestre qu'elle doit être la plus grande quand le pôle magnétique passe devant le méridien du lieu, par exemple à Paris en 1664, où la déclinaison était nulle et où l'inclinaison était d'environ 75°, et qu'elle doit décroître dès lors jusqu'à ce que ce pôle atteigne le même méridien dans sa partie postérieure, après une demi-révolution, ce qui est conforme aux observations faites depuis cette époque jusqu'à présent. L'inclinaison n'était plus à Paris que de 66°3′ le 21 octobre 1864; et comme elle a diminué de 6°24′ de 1676 à 1814, M. Raulin présume que sa valeur *minimum* à Paris pourrait être d'environ 62°12′, vers l'an 1964[1].

[1] Le tome 26 des *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux* renferme une Note de M. Peslin, ingénieur des mines à Tarbes, sur la loi de variation annuelle de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille aimantée à Paris, dans laquelle il présente des formules d'interpolation qui les représentent assez exactement, comme il le montre par un tableau comparatif des chiffres tirés de ses formules, avec les résultats des observations faites à Paris de 1661 à 1861, tels qu'ils se trouvent dans la sixième édition du *Traité de Physique* de M. Pouillet. M. Peslin déduit de ses recherches les mêmes conséquences que M. Raulin relativement au mouvement de circulation du pôle magnétique autour du pôle boréal terrestre, et il estime que le pôle magnétique doit être situé maintenant sous 120 ou 121 dégrés de longitude occidentale et 70 à 71 degrés de latitude boréale.

L'auteur estime, en ce qui concerne l'*intensité* magnétique, que les données de l'observation sont encore trop insuffisantes pour qu'on puisse chercher à y établir dès à présent des phases et des cycles, mais il croit probable que ceux de l'inclinaison lui seront applicables. Le mouvement occidental de translation du pôle magnétique austral lui paraît beaucoup plus lent que celui du pôle boréal, à en juger par le déplacement de la ligne sans déclinaison au travers de l'océan Atlantique méridional, entre le cap de Bonne-Espérance et Rio de Janeiro, de 1607 à 1858. Il y a donc lieu, dit-il, d'examiner de nouveau ce point et il essaiera de le faire dans un autre travail.

Le § 5 et dernier de son mémoire a pour titre : *Hypothèse finale ;* il a pour objet d'examiner la supposition qui rendrait le mieux et le plus simplement raison des changements séculaires observés dans les éléments magnétiques à la surface de la Terre. Deux hypothèses principales, dit-il, sont en présence. L'une ancienne, due à Halley et adoptée par Cordier, d'un noyau ferrugineux magnétique intérieur, qui explique aussi pourquoi la densité moyenne de la terre est double de celle des matières formant l'écorce consolidée et même les parties liquides sous-jacentes; cette hypothèse est surtout admise par les géologues. L'autre toute moderne, due à Ampère et qui est en plus grande faveur parmi les physiciens, est celle de courants électriques équatoriaux.

M. Raulin se prononce pour la première de ces hypothèses, savoir celle d'un *corps fusiforme*, probablement ferrugineux, plus ou moins irrégulier, doué comme les barreaux aimantés de la propriété magnétique, dont les extrémités seraient alignées suivant une *corde* du sphéroïde terrestre aboutissant aux pôles magnétiques actuels de la Terre, corde placée à une certaine distance de l'axe terrestre, plus ou moins obliquement par rapport à cet axe. Pour expliquer le déplacement de tout le système magnétique vers l'ouest, il suffirait alors d'admettre que ce noyau magnétique excen-

trique, plus dense que le reste des masses entrant dans la composition du noyau fluide interne de la Terre, est entraîné un peu moins rapidement que l'écorce consolidée externe dans le mouvement diurne de rotation de l'ouest à l'est du globe terrestre, et que ce retard correspond à un 600me de la vitesse de l'écorce terrestre à ses diverses latitudes. L'auteur présente très-modestement cette hypothèse, sans avoir, dit-il, la prétention de la faire prévaloir dans l'esprit des physiciens. Il l'appuie, cependant, de diverses citations de personnes faisant autorité sur ce sujet, telles que MM. Gauss et Weber, Sabine et Lamont, dans lesquelles ces savants paraissent admettre que les déplacements généraux des courbes magnétiques sont le résultat de causes agissant dans l'intérieur de la terre et envahissant toute sa masse.

L'étude approfondie et consciencieuse entreprise par M. Raulin sur ce sujet difficile nous semble très-digne d'intérêt, et les nombreux matériaux déjà réunis par lui seront, dans tous les cas, fort utiles à ceux qui continueront à s'en occuper. Mais nous ne pensons pas qu'on doive séparer, autant qu'il l'a fait jusqu'à présent, les causes des variations séculaires des éléments magnétiques, de celles de leurs variations diurnes et annuelles, et mettre ainsi entièrement de côté, comme cela a lieu dans son étude actuelle, les faits importants, constatés depuis bien des années, qui prouvent l'intime connexion existant entre les périodes de variations des phénomènes magnétiques et celles des taches solaires, ainsi que l'influence secondaire des planètes, et particulièrement de Vénus, sur ces phénomènes. Il y a là tout un ensemble de déductions, tirées d'observations positives, dont il faut tenir compte avant qu'on puisse se flatter de présenter une théorie complète sur ce sujet. Dans l'état actuel de la science, nous sommes plus disposés à adopter l'hypothèse des courants électriqués que celle d'un noyau ferrugineux circulant dans l'intérieur de la terre. Mais nous devons reconnaître, cependant, que ce dernier mode d'explication pa-

raît simple et bien en rapport avec les faits exposés par M. Raulin : tandis qu'on ne voit pas trop, du moins au premier abord, comment l'autre hypothèse peut en rendre compte suffisamment. A. G.

Ed. Becquerel, membre de l'Académie des Sciences de Paris, etc. La Lumière, ses causes et ses effets, tome Ier. Paris, 1867.

Voici un ouvrage sur la lumière d'un genre tout nouveau. Jusqu'à présent les Traités sur la lumière, autrement dits Traités d'optique, étaient consacrés presque exclusivement à l'étude des phénomènes que présentent les rayons lumineux, soit dans leur action mutuelle (interférences, diffraction, etc.), soit dans l'action des corps sur eux (catoptrique, dioptrique, dispersion, polarisation, double réfraction, etc.). A peine trouvait-on quelques pages où il était question des sources de la lumière et des actions qu'elle exerce sur les corps (actions calorifiques, actions chimiques, etc.). M. E. Becquerel, au contraire, s'occupe exclusivement, dans l'ouvrage dont le premier volume vient de paraître, de ce dernier ordre de phénomènes, de ce que j'appellerai la partie essentiellement physique de l'optique, l'autre partie pouvant être considérée comme plus particulièrement mathématique. Aucun savant n'était mieux placé que celui qui a fait de si nombreux et de si beaux travaux sur cette branche de la physique, pour en donner un exposé complet ; c'est un grand service qu'il rend aux physiciens en comblant une lacune qui se faisait vivement sentir.

Nous attendrons que l'ouvrage entier ait paru pour lui consacrer un article général, dans lequel nous aborderons les grandes questions que soulève l'étude de la Lumière ainsi envisagée ; mais nous n'avons pas voulu attendre jusque-là pour annoncer à nos lecteurs ce premier volume, consacré en entier aux sources de la lumière et qui renferme beaucoup de choses nouvelles.

Un chapitre spécial, intitulé: *Analyse de la lumière par réfraction*, renferme la description des appareils destinés à l'analyse spectrale, ainsi que les détails relatifs à cette analyse, dont la connaissance est indispensable pour l'étude des sources lumineuses; puis viennent quelques applications à l'examen des sources lumineuses d'origine céleste ou météorique. La lumière du soleil, celle des étoiles fixes et des nébuleuses, soumise à l'analyse spectrale semble indiquer la présence dans ces corps célestes de substances diverses qu'on retrouve toutes sur notre planète. M. E. Becquerel expose les résultats déjà obtenus à cet égard, résultats du plus haut intérêt, comme on le comprend, mais qui ont besoin d'être confirmés et complétés.

La production de la lumière par les simples actions moléculaires, ainsi que par la chaleur et l'électricité, est analysée avec soin, soit qu'il s'agisse de la simple phosphorescence, soit qu'il s'agisse d'effets plus intenses. A l'occasion des effets lumineux produits par la chaleur, l'auteur a étudié avec soin les rapports qui existent entre la température des corps et la lumière qu'ils émettent, et a examiné la question de savoir si tous les corps deviennent lumineux à la même température, c'est-à-dire à 500° environ, comme on l'admet généralement. Il est évident que la température à laquelle un corps commence à émettre des rayons d'une longueur d'onde telle qu'ils produisent sur nos yeux une sensation de vision qui doit être la même pour tous; mais cela ne suffit pas pour que les corps soient tous également visibles: l'intensité de la lumière émise doit influer sur la limite; ainsi, si l'on compare les gaz qui ont très-peu de densité avec les corps solides, ils ne seront pas vus à la même limite de température, tandis qu'il y a très-peu de différence quand il s'agit de comparer les corps solides entre eux.

Quant aux rapports qui existent entre l'accroissement de la température et l'intensité de la lumière émise, ils ont été l'objet d'un grand nombre de recherches; à partir de la li-

mite à laquelle un corps commence à émettre des rayons dont la longueur d'onde correspond à celle qui est nécessaire pour qu'il y ait impression sur la rétine, une simple différence de 1° dans la température peut à peu près doubler l'intensité de la lumière émise. Nous ne pouvons entrer pour le moment dans plus de développements sur ce sujet, non plus que sur la description des divers photomètres et de l'application qu'on en a faite à la détermination du pouvoir éclairant des différentes flammes.

Nous n'insisterons pas non plus sur les effets lumineux produits par l'électricité, soit artificielle, soit naturelle : nous y reviendrons quand, considérant l'ensemble du sujet, nous pourrons établir des rapprochements et des comparaisons entre les divers modes de production de la lumière et apprécier les différences qui les caractérisent.

La portion la plus étendue de ce volume (elle en occupe plus de la moitié), est celle qui a pour objet les effets lumineux produits par l'action même de la lumière, autrement dits les effets de la phosphorescence. On sait tout ce que cette portion de la physique doit à M. E. Becquerel, qui l'a pour ainsi dire créée ; car avant lui elle ne se composait que de quelques phénomènes spéciaux et isolés. Au moyen d'un appareil très-ingénieux et de procédés d'expérimentation très-habilement combinés, il a réussi à montrer que presque tous les corps de la nature sont susceptibles d'être phosphorescents, c'est-à-dire de demeurer lumineux dans l'obscurité encore quelques instants (pour quelques-uns ce n'est qu'une fraction de seconde) après avoir été exposés à la lumière. De nombreuses expériences sur la durée de la phosphorescence dans ses rapports, soit avec la nature du corps, soit avec la durée de son exposition à la lumière, soit avec la nature et l'intensité de cette lumière, conduisent à des résultats très-intéressants sur la relation qui existe entre la constitution moléculaire et chimique des diverses substances et leur capacité lumineuse, c'est-à-dire leur faculté de déterminer des ondulations lumineuses dans l'éther ambiant.

On voit par là que, lorsqu'un corps opaque devient visible parce qu'il est éclairé par une source de lumière, sa visibilité ne tient pas seulement à ce qu'il réfléchit d'une manière diffuse les rayons lumineux incidents, mais surtout à ce qu'il acquiert la propriété d'émettre de la lumière comme les corps qui sont lumineux par eux-mêmes. Bien des phénomènes de phosphorescence, et en particulier ceux dits de fluorescence, s'expliquent aussi facilement par ce principe auquel conduit l'expérience, savoir qu'un corps peut, pendant qu'il est en présence d'une source de lumière, émettre, sous l'influence de cette source, une lumière qui lui est propre et très-distincte de celle de la source.

En résumé, cette partie de l'ouvrage de M. E. Becquerel ouvre un nouvel horizon à la science en montrant, ce que les phénomènes relatifs à l'action chimique de la lumière avaient déjà fait entrevoir, l'existence d'une véritable action mécanique de la lumière dont le mode comme l'intensité varie avec une foule de circonstances qui sont étudiées avec beaucoup de soin par l'auteur.

Nous regrettons de ne pouvoir pas en dire davantage dans ce moment sur l'ouvrage de M. E. Becquerel ; mais nous espérons y revenir incessamment avec plus de développements, comme nous l'avons déjà dit. En attendant, nous ne saurions trop recommander la lecture de ce volume à tous ceux qui s'occupent de physique, soit sous le rapport expérimental, soit en vue des questions générales dont l'étude a pris dernièrement une si grande importance. A. DE LA R.

G. FORBES. NOTE SUR L'APPARITION DES ÉTOILES FILANTES EN NOVEMBRE 1866. (*Phil. Mag.* Avril 1867.)

M. Forbes ajoute dans cette note, aux details qu'il a déjà donnés sur la pluie d'étoiles filantes de novembre 1866, une comparaison fort intéressante entre les observations faites

sur ce phénomène en Angleterre et celles faites en même temps au cap de Bonne-Espérance. Pour établir cette comparaison, il a choisi parmi les observations faites en Angleterre celles faites par M. Talmage, à Leyten en Ecosse, parce que, comme pour celles du Cap, le nombre des étoiles filantes était compté de cinq en cinq minutes. Il a construit au moyen des deux séries d'observations deux courbes dressées sur la même échelle, et dans chacune desquelles une longueur d'un demi-pouce correspond à 100 étoiles filantes dans cinq minutes. Or, il se trouve que les deux courbes sont parfaitement semblables, sauf que leurs points correspondants, ceux, par exemple, qui correspondent dans chacun des deux lieux d'observation au maximum d'apparitions d'étoiles filantes, sont constamment distants d'un quart d'heure environ, le point de la courbe du Cap étant en avance sur celui du point correspondant de la courbe en Angleterre.

L'auteur trouve ce résultat facile à expliquer. Si l'orbite de la terre coupait à angle droit celui de ces météores, il ne devrait y avoir qu'une différence très-légère entre les temps; mais comme il a été démontré séparément par M. Airy et par Sir J. Herschell, que les deux orbites font entre eux un angle de 19°, on peut calculer, en tenant compte de cette donnée, ainsi que de la vitesse de translation de la terre dans son orbite et de la longitude du Cap par rapport à Greenwich, le temps qui doit s'écouler entre le moment de la même apparition à la première station et ce même moment à la seconde qui est plus occidentale. Or, le calcul donne pour cet intervalle de temps 13 minutes, tandis que l'observation donne 14 à 15 minutes, nombres bien rapprochés l'un de l'autre.

CHIMIE.

F. Abel. Recherches sur la stabilité du coton-poudre. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. 15, n° 92.)

Des recherches de MM. Pelouze et Maury sur le coton-pou-

dre, publiées récemment dans les Comptes-Rendus, ont conduit ces chimistes à admettre que la substance en question est susceptible de décomposition spontanée, dans des conditions qui peuvent se rencontrer, soit dans son emmagasinage, soit dans son application aux usages techniques et militaires. Ils déduisent comme conséquence, soit d'expériences faites antérieurement, soit de la façon exceptionnelle de se comporter d'un petit nombre d'échantillons qu'ils ont eux-mêmes examinés, que le coton-poudre, toutes les fois qu'il se trouve accumulé en quantité considérable, est sujet à faire explosion spontanément, même à une très-basse température. Ces résultats ne s'accordent pas complétement avec ceux obtenus au moyen d'observations et d'expériences nombreuses faites depuis quatre ans à Woolwich, dans le but spécial d'établir jusqu'à quel point la stabilité de cette substance, telle qu'on la prépare en Angleterre, est susceptible d'être altérée par l'influence de la lumière et de la chaleur. Voici les principaux résultats auxquels ces expériences ont conduit :

1. Le coton-poudre, préparé avec du coton convenablement purifié d'après la méthode de de Lenk, peut être exposé à la lumière diffuse du jour, soit à l'air, soit dans des caisses fermées pendant trois ans et demi, au moins, sans subir la plus petite altération.

2. Si l'on expose pendant longtemps du coton-poudre, dans son état de sécheresse ordinaire, aux rayons directs du soleil ou même à un jour brillant, il ne s'opère dans cette substance qu'une altération très-graduelle. Il suit de là que les résultats obtenus ailleurs relativement à la décomposition très-rapide du coton-poudre exposé à la lumière du soleil, ne s'appliquent pas à la cellulose trinitrée presque pure, telle qu'on la prépare dans les fabriques anglaises.

3. Si l'on expose, pendant quelques mois, au soleil ou à un jour brillant du coton-poudre légèrement humide renfermé dans des caisses closes, cette substance subit une altération,

laquelle, quoique légère, est cependant plus sensible que dans le cas précédent.

4. Du coton-poudre, exposé au soleil jusqu'à ce qu'une légère réaction acide se soit développée, et renfermé ensuite immédiatement dans des caisses parfaitement closes, n'a subi aucune altération pendant un emmagasinage de trois ans et demi.

5. Le coton-poudre, tel qu'on le prépare dans les fabriques anglaises, et emmagasiné à l'état de sécheresse ordinaire, ne subit plus aucune altération, sauf le développement peu après l'emballage d'une légère odeur, et la propriété qu'il acquiert de rougir légèrement du papier tournesol avec lequel on l'a emballé.

6. L'effet produit sur la stabilité du coton-poudre de qualité supérieure, tel qu'on l'obtient en suivant exactement le mode de fabrication indiqué par de Lenk, lorsqu'on l'expose pendant un temps assez long à une température fort supérieure à celle des tropiques, a été trouvé très-insignifiant en comparaison des résultats publiés récemment par des chimistes du continent. L'altération légère qu'il pourrait éprouver peut d'ailleurs être combattue avec succès par des moyens très-simples, et qui, sans modifier en quoi que ce soit les propriétés de la substance, rendent l'emmagasinage et le transport du coton-poudre aussi peu dangereux, et dans certaines circonstances moins dangereux encore, que dans le cas de la poudre à canon ordinaire.

7. Du coton-poudre, à l'état de parfaite pureté, soit cellulose trinitrée, résiste d'une manière remarquable aux effets destructeurs d'une température voisine de 100°, et les produits nitreux inférieurs de la cellulose (coton-poudre soluble) ne sont certainement pas plus sujets à la décomposition lorsqu'ils sont à l'état de pureté. La conversion incomplète du coton-poudre dans ses produits les plus explosifs ne donne donc pas nécessairement lieu à la formation d'un composé moins permanent que celui que l'on obtient par l'action la plus parfaite du mélange acide.

8. Mais les produits ordinaires de la fabrication du coton-poudre contiennent toujours de faibles proportions d'impuretés organiques azotées, douées de propriétés comparativement instables, et qui ont été formées par l'action de l'acide nitrique sur des matières étrangères retenues par la fibre de coton, matières qui n'ont pu en être complétement séparées par les procédés employés dans la purification de la substance. C'est la présence de cette classe d'impuretés dans le coton-poudre qui donne d'abord lieu au développement d'un acide libre lorsqu'on expose cette substance aux effets de la chaleur; et c'est ensuite à l'action de cet acide qu'est dû l'effet destructeur qui a lieu sur les produits de la cellulose, et qui est suivi d'une décomposition que la chaleur accélère notablement. Maintenant il suffit de neutraliser la petite quantité d'acide libre, à mesure qu'il se développe, pour éloigner toute action de décomposition sur le coton-poudre. On y parvient facilement en répartissant d'une manière uniforme dans la masse d'une solution de coton-poudre une faible quantité de carbonate de soude [1].

9. L'introduction dans le coton-poudre de *un* pour cent de carbonate de soude suffit pour que cette substance n'éprouve aucune altération importante, lors même qu'elle se trouverait exposée à une température assez élevée pour produire un commencement de décomposition dans les produits parfaitement purs de la cellulose. A plus forte raison n'en éprouverait-elle aucune par suite des chaleurs les plus intenses que l'on rencontre dans les régions tropicales. Le seul effet que l'addition de cette petite quantité de carbonate de soude pourrait produire sur les propriétés explosives du coton-poudre serait d'augmenter quelque peu la petite quantité de fumée qui accompagne sa combustion, et peut-être

[1] L'auteur estime qu'en suivant ce procédé, on arrive d'une manière plus sûre au but qu'on a en vue qu'en adoptant le procédé de de Lenk, dans lequel les carbonates de chaux et de magnésie se trouvent substitués au carbonate de soude.

aussi d'en retarder légèrement l'explosion : résultats qui ne sont pas de nature à rien enlever à la valeur de la substance.

10. L'eau est un excellent préservatif du coton-poudre, même lorsque cette substance devrait être soumise à une température très-élevée, pourvu qu'elle ne soit pas exposée à la lumière du soleil pendant un temps très-long. Il n'est pas nécessaire de plonger le coton-poudre dans l'eau. Un séjour dans de l'air saturé de vapeur aqueuse suffit pour le mettre à l'abri de toute décomposition, lors même qu'il se trouverait emballé en grande quantité en paquets serrés. L'eau enlève aussi aux impuretés organiques, qui se trouvent habituellement dans le coton-poudre, la faculté de développer un acide lorsque cette substance se trouve fortement serrée par un emballage à l'état sec. Du coton-poudre légèrement humecté a pu être conservé pendant trois ans sans développer la plus petite trace d'acidité. En expulsant du coton-poudre saturé d'eau tout le liquide dont on peut se débarrasser au moyen de « l'extracteur centrifuge, » on obtient une substance qui, quoique seulement légèrement humide au toucher, n'est plus du tout explosive, et partant, ne présente plus aucune chance d'accident. C'est donc dans cet état qu'il convient d'emballer le coton-poudre pour le transporter dans des pays éloignés. En ajoutant à l'eau, dont on commence par le saturer, une très-petite quantité de carbonate de soude, le coton-poudre, lorsqu'on voudra le sécher, pour en faire des cartouches ou l'employer à tout autre usage, se trouvera renfermer la matière alcaline requise pour son emmagasinage à l'état sec dans toute espèce de climat.

Th. Graham. Sur l'occlusion de l'hydrogène par le fer météorique. (*Proceedings of the Royal Society*, t. 15, n° 93.)

Des notions exactes sur la nature des gaz renfermés à l'état d'*occlusion* dans certains métaux colloïdes, et en parti-

culier dans le fer natif, le platine et l'or, pourraient servir à jeter quelque jour sur la nature de ces métaux, surtout si l'on réfléchit que les gaz en question ont dû être empruntés à l'atmosphère dans laquelle la masse métallique s'est trouvée pour la dernière fois à l'état d'ignition. L'auteur a examiné dans ce but le fer météorique de Lenarto. Cette masse météorique, bien connue, entièrement libre de tout mélange minéral, est remarquablement pur et malléable. Sa densité, d'après Wehrle, est de 7,79, et sa composition comme suit :

Fer.	90,883
Nickel	8,450
Cobalt	0,665
Cuivre	0,002

L'auteur a détaché, au moyen d'un ciseau, d'une masse de fer de Lenarto une bande de 50 millimètres de long sur 13 de large. Le volume de cette bande était de 5,78 cent. cubes, et son poids de 45,2 grammes. Après avoir séjourné pendant quelque temps dans une solution chaude de potasse et ensuite été bien lavée à l'eau chaude, on l'a fait sécher. M. Graham avait préalablement constaté que le traitement ci-dessus ne pouvait contribuer en quoi que ce fût à un dégagement de gaz hydrogène lorsque plus tard on chauffe le métal. La bande de fer a été alors renfermée dans un tube de porcelaine neuf, dans lequel on a fait aussitôt le vide à froid au moyen de la pompe de Sprengel. Le tube de porcelaine ayant été ensuite convenablement disposé dans un fourneau à combustion, et chauffé au rouge, aussitôt un gaz a commencé à se dégager, savoir :

En 35 minutes.	5,38	C. c. de gaz.
En 100 minutes	9,52	» »
En 20 minutes.	1,63	» »
En 2 heures et 35 minutes	16,53	C. c. de gaz.

La première portion du gaz recueilli avait une légère

odeur, mais beaucoup moins forte que celle des gaz contenus dans le fer malléable ordinaire. Ce gaz brûlait à la façon de l'hydrogène. Il ne contenait pas trace d'acide carbonique, ni d'aucune vapeur hydrocarbonée absorbable par l'acide sulfurique fumant. La seconde portion de gaz qui a été recueilli a accusé à l'analyse :

Hydrogène.	8,26 C.c.	85,68
Oxyde de carbone . . .	0,43	4,46
Azote.	0,95	9,86
	9,64 C.c.	100,00

Le fer de Lenarto paraîtrait donc avoir dégagé dans cette expérience 2,85 fois son volume de gaz, dont 86 pour cent serait de l'hydrogène. La proportion d'oxyde de carbone n'est que de 4 $^1/_2$ pour cent.

L'expérience montre que le gaz contenu à l'état d'occlusion dans le fer doux du commerce est d'une nature très-différente. Un certain nombre de clous de fer à cheval ayant été soumis à la même distillation que le fer de Lenarto, le gaz recueilli de 23,5 grammes du métal (volume 3,01 C. c.) s'est trouvé être :

En 150 minutes	5,40	C. c. de gaz.
En 120 minutes	2,58	» »
En 4 heures et 30 minutes.	7,98	C. c. de gaz.

Dans cette expérience, le fer a dégagé 2,66 fois son volume de gaz. La première portion recueillie contenait 35 pour cent d'hydrogène, 50,3 oxyde de carbone, 7,7 acide carbonique, et 7 pour cent d'azote. Le gaz dégagé pendant la dernière partie de l'opération contenait plus d'oxyde de carbone et moins d'hydrogène ; savoir, 58 pour cent d'oxyde de carbone, 21 pour cent d'hydrogène seulement, et le reste de l'azote. Pas trace d'acide carbonique. La prédominance de l'oxyde de carbone paraît témoigner de l'origine tellurique du fer.

MM. Huggins et Miller ont reconnu la présence de l'hydrogène dans l'analyse spectrale de la lumière des étoiles fixes. Ce même gaz constituerait, d'après les recherches du Père Secchi. l'élément principal d'une nombreuse classe d'étoiles dont α de la Lyre est le type. C'est sans doute d'une atmosphère de cette nature, composée en très-grande partie d'hydrogène, que sera provenu le fer de Lenarto. On peut donc regarder ce météorite comme renfermant dans son tissu et comme nous ayant apporté de l'hydrogène des étoiles fixes.

L'expérience démontre qu'il est difficile d'imprégner du fer malléable de plus d'un volume égal d'hydrogène sous la pression de notre atmosphère. Le fer météorique de Lenarto ayant dégagé près de trois fois cette quantité sans être complétement épuisé, on peut en conclure que ce météorite a été expulsé d'une atmosphère dense de gaz hydrogène située au delà des limites de notre système solaire.

J. Parkinson. Sur les alliages du magnésium. (*Journ. of the Chemie Society*, t. V, p. 117, ou *Zeitschrift für Chemie*, 1867, p. 241.)

Par la fusion des métaux, soit dans des tubes de verre de Bohême, dans un courant d'hydrogène, soit dans un creuset sous une couche de sel marin et de fluorure de calcium, l'auteur a obtenu les alliages du magnésium avec le mercure, le sodium, l'étain, le bismuth, le plomb, le zinc, l'antimoine, l'argent, l'or, le platine, etc. Presque tous ces alliages sont durs et très-fragiles, la plupart s'oxydent facilement à l'air et décomposent l'eau. On n'a pu obtenir les alliages avec le fer, le colbalt et le nickel.

Action du magnésium sur les métalloïdes. — 1° *Phosphore et magnésium.* Il y a combinaison quand, dans un courant d'hydrogène, on fait couler du phosphore fondu sur de la limaille de magnésium. 3 grammes ont augmenté, dans trois

expériences, de $2^{gr},45$, 1,98 et 2,08. Le produit était une masse semi-métallique, dure, fragile, difficilement fusible, de couleur brun-foncé, et ayant une cassure fibro-cristalline. Ce phosphure se ternit à l'air et se transforme, au bout de peu d'heures, en passant par diverses nuances, en une poudre floconneuse d'un gris-blanc. Par cette oxydation, pas plus que par le contact de l'eau ou de l'acide chlorhydrique étendu, il ne se dégage de gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Le phosphure de magnésium en poudre noire de M. Blunt n'était très-probablement que du charbon mélangé d'un peu de vrai phosphure.

2° *Soufre et magnésium.* On a dirigé des vapeurs de soufre sur de la limaille de magnésium mélangée avec un peu de soufre, et l'on a élevé la température, peu à peu, jusqu'au rouge-vif. Le sulfure ainsi obtenu était en une masse agglomérée, scoriacée, dure, fragile, d'un brun noir. Il renfermait un peu de magnésie et de magnésium inattaqué. A l'air, il se ternit, dégage de l'hydrogène sulfuré et sa surface se recouvre d'une couche grise d'oxyde. Il se dissout partiellement dans l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré, mais la liqueur jaune qui en résulte se colore à la lumière et abandonne du soufre.

3° *Arsenic et magnésium.* Trois grammes de magnésium chauffée dans l'hydrogène avec 15 grammes d'arsenic, ont absorbé $6^{g},2$ de ce dernier corps. En chauffant ensemble très-rapidement du magnésium et de l'arsenic, la réaction se fait brusquement et avec une sorte d'explosion. L'arseniure de magnésium est une masse brun-chocolat, à grains fins, douée d'un éclat métalloïde brun, difficilement fusible, dur, fragile.

4° *Action du magnésium sur les acides et les carbonates.* La *chaux* vive est attaquée par le magnésium, au rouge vif, et donne une poudre jaune paille qui décompose lentement l'eau.

L'*alumine* pure chauffée avec du magnésium, donne lieu

à un vif dégagement de lumière et se transforme en une poudre brun-noirâtre qui décompose vivement l'eau et est attaquée si énergiquement par l'acide chlorhydrique étendu, que l'hydrogène produit prend feu. L'*oxyde de chrome* donne également une poudre noire qui décompose l'eau. Avec l'*acide titanique*, on a une poudre sablonneuse, bleu-noirâtre, peu ou point attaquable par l'acide chlorhydrique étendu, qui brûle quand on la chauffe dans un tube ouvert, en produisant des étincelles rougeâtres. La *magnésie* pure n'est pas attaquée, mais son *carbonate* donne une poudre noire-brune mélangée de charbon. Avec l'acide *silicique*, on a une poudre brune ou noire-bleuâtre; quand le magnésium est en excès, le produit dégage avec l'acide chlorhydrique une quantité plus grande d'hydrogène silicié.

L'acide carbonique et l'oxyde de carbone sont transformés par le magnésium en une substance semblable à du noir de fumée et qui est constituée par un mélange de magnésie et de charbon. Le gaz d'éclairage, le gaz des marais et le benzol donnent naissance à des produits semblables au précédent, mais qui ont la faculté de décomposer l'eau.

Le magnésium brûle vivement quand on le chauffe au rouge dans un courant d'acide sulfureux pur et sec. Il se condense du soufre dans la partie froide du tube. Dans une expérience, 3^{gr} de magnésium ont augmenté de $1^{gr}.86$. Le produit, traité par l'acide nitrique, a donné des vapeurs nitreuses, et la liqueur contenait de l'acide sulfurique. M. D.

PETTENKOFER et Karl VOIT. SUR LA QUANTITÉ D'OXYGÈNE ABSORBÉE ET LA QUANTITÉ D'ACIDE CARBONIQUE ÉLIMINÉE PAR L'HOMME PENDANT LE SOMMEIL ET PENDANT LA VEILLE. (*Académie de Munich*, 10 novembre 1866, ou *Zeitschrift für Chemie*, 1867, p. 30.)

Les recherches de MM. Pettenkofer et Voit ont été faites avec le grand appareil de Munich. Leurs déterminations des

produits de la respiration de l'homme mettent en évidence des différences capitales, sous ce rapport, pour un même individu, selon qu'il est à l'état de repos ou de travail, de veille ou de sommeil. Le sujet soumis aux expériences était un vigoureux ouvrier de vingt-huit ans. Il a reçu la même nourriture pendant le jour de repos comme pendant celui de travail, sauf 600 grammes d'eau consommés en plus durant ce dernier.

Voici les résultats obtenus :

31 juillet 1866. Jour de repos.

	Ont été éliminés :			A été absorbé :	Sur 100 p. en poids d'oxygène absorbé on trouve dans l'acide carbonique exhalé les parties, en poids, suivantes d'oxygène :
	Acide carbonique	Eau.	Urée.	Oxygène.	
De 6 h. du matin à 6 h. du soir..	gr. 532.9	gr. 344.4	gr. 21.7	gr. 234.6	175
De 6 h. du soir à 6 h. du matin .	378.6	483.6	15.5	474.3	58
En 24 heures. ..	911.5	828.0	37.2	708.9	94
3 août 1866. Jour de travail.					
6 h. m. à 6 h. s.	884.6	1094.8	20.1	294.8	218
6 h. s. à 6 h. m.	399.6	947.3	16.9	659.7	44
En 24 heures. ..	1284.2	2042.1	37.0	954.5	98

De ces nombres, il résulte que l'expulsion d'acide carbonique est plus forte pendant le jour que pendant la nuit : par contre, l'absorption d'oxygène est plus grande la nuit que le jour ; en outre, la quantité d'eau et d'acide carbonique éliminés sont beaucoup plus considérables pendant le jour de travail que pendant celui de repos, tandis que l'oxygène absorbé est presque le même pour les deux. Par contre, une

proportion d'oxygène plus forte est respirée pendant la nuit qui suit le jour de travail.

Les auteurs tirent de leur travail les conclusions suivantes :

L'oxygène inspiré par l'homme pendant la nuit est, pour ainsi dire, emmagasiné pour être employé le jour suivant à compléter l'oxydation des aliments en acide carbonique, l'oxygène de l'eau éliminée provenant essentiellement de la nourriture. L'homme travaille-t-il pendant la journée, l'expiration d'acide carbonique et, par suite, la consommation d'oxygène précédemment emmagasiné, sont considérables ; mais l'oxygène employé sera remplacé pendant le sommeil par un accroissement de la quantité de celui qui sera respiré, et ainsi s'amasseront de nouveau les matériaux pour une nouvelle dépense de force.

Dans le jour de repos, l'élimination d'acide carbonique et d'eau, quoique moindre, est encore notablement plus forte que celle qui correspondrait à la quantité d'oxygène respiré pendant le jour. L'oxygène absorbé demeure ainsi toujours plusieurs heures dans le corps où il concourt vraisemblablement à des oxydations lentes qui précèdent le moment où il sera expulsé sous forme d'acide carbonique et d'eau.

L'acide carbonique expulsé, soit dans la nuit qui suit le jour de travail, soit dans celle qui suit le jour de repos, est la même, et elle correspond, dans les deux cas, au mouvement des muscles beaucoup moindre aussi qui a lieu pendant le sommeil. La respiration et la perspiration aqueuses sont beaucoup plus grandes pendant la nuit qui suit le jour de travail que pendant celle du jour de repos ; elles causent vraisemblablement le refroidissement complet du corps de l'individu. Le fait que les quantités d'urée expulsée sont égales pour le temps de repos comme pour celui de labeur, montre que pour l'homme un surcroît de travail musculaire n'entraîne pas un surcroît de décomposition de l'albumine ; Voit avait déjà fait cette observation pour le chien.

Les résultats de Pettenkofer et Voit sont confirmés par

ceux de Henneberg (1865), qui expérimentait sur deux bœufs. Ce physiologiste a constaté que la quantité d'oxygène inspiré pendant le jour est moindre que celle que renferme l'acide carbonique expiré. Il trouve, en variant l'alimentation, pour 100 parties d'oxygène consommé, des quantités d'acide carbonique renfermant 131, 173, 145, 193, 163, 132, 259 et 222 d'oxygène (en poids). L'élévation de ces nombres est liée à une élévation correspondante dans la teneur en matières albumineuses des aliments donnés aux bœufs.

En vue de bien établir la nécessité d'un approvisionnement d'oxygène dans l'organisme pour la production de travail mécanique, les auteurs ont fait des expériences avec deux malades atteints, l'un de diabète sucré (*Diabetes mellitus*), et l'autre de leukémie (*Leukemia lienalis*). Les résultats obtenus ont montré que les deux patients ne présentent pas, comme l'homme en bonne santé, cette grande différence dans les proportions d'acide carbonique et d'oxygène échangés pendant le jour et pendant la nuit. L'individu atteint de leukémie absorbe même un peu moins d'oxygène dans la nuit que dans le jour. M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

A. Kowalewsky. Entwicklungsgeschichte, etc. Développement des cténophores. (*Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, tome X, nº 1, 1866.)

L'auteur a poursuivi chez divers Cténophores le développement de l'œuf avec un soin scrupuleux, et il est arrivé, surtout pour ce qui concerne les premières phases de l'évolution, à des résultats assez curieux.

Chez les Eschscholtzia, et les autres Cténophores paraissent se comporter d'une manière analogue, on peut distinguer dans le vitellus deux couches, l'une externe très-mince, formée de véritable protoplasma, l'autre centrale, consistant

en une émulsion de grosses gouttes graisseuses. L'acide acétique amène dans la première couche un précipité granuleux; il n'a pas d'action sur la seconde. La distinction de ces deux couches est importante, la première jouant seule le rôle de vitellus de formation, et la seconde se comportant comme un vitellus de nutrition.

La segmentation en deux, puis en quatre et en huit, s'opère de telle manière que chacune des sphères de segmentation présente les deux couches, comme le vitellus primitif. Ces sphères sont *totalement dépourvues de nucléus.* A ce moment un phénomène remarquable se produit. Dans chacune des huit sphères de segmentation, la couche protoplasmique externe se porte en entier d'un côté pour former une espèce de chapeau sur chaque sphère. Alors la division en seize a lieu, de telle manière que les huit chapeaux se séparent pour former huit petites sphères de protoplasma à côté des huit grosses sphères d'émulsion graisseuse. Dès ce moment le vitellus de formation est complétement séparé du vitellus de nutrition. Chez l'*Eschscholtzia cordata* ce dernier n'est jamais formé de plus de seize sphères ; le premier seul continue de se segmenter avec rapidité et les nucléus apparaissent subitement lorsque les *petites* sphères ont atteint le nombre de 32. Chez d'autres espèces, les sphères du vitellus de nutrition continuent de se multiplier par division pendant un certain temps, toutefois toujours plus lentement que le vitellus de formation.

Le vitellus de formation est maintenant juxtaposé au vitellus de nutrition, mais lorsque ses cellules se sont fort multipliées, il enveloppe graduellement ce dernier. L'œuf reprend alors exactement l'apparence qu'il avait avant le commencement de l'évolution. On y distingue, en effet, une masse centrale, sous forme d'émulsion, le vitellus de nutrition, et une couche périphérique physiquement et chimiquement différente. Toutefois, cette couche est désormais cellulaire : c'est le blastoderme, ou, si l'on veut, l'épithélium externe de l'animal.

La bouche et le canal intestinal ne tardent pas à apparaître sous la forme d'une invagination tubulaire de l'épithélium superficiel. Mais, sans suivre ici pas à pas la formation de chaque organe, nous nous contenterons de relever deux circonstances histologiques fort remarquables, concernant la formation des otolithes et celle du tissu intermédiaire entre l'épithélium externe et la masse centrale.

Les otolithes se forment dans le ganglion nerveux embryonnaire, qui ne compte que 30 à 40 cellules. Chacun d'eux (il n'en existe qu'une paire dans le principe) apparaît comme un petit point dans l'intérieur d'une cellule à côté du noyau. Lorsqu'il a acquis un certain volume, il glisse hors de la cellule, ce qui lui est d'autant plus facile que celle-ci est dépourvue de membrane d'enveloppe. L'auteur paraît incliner à croire que tous les otolithes sont engendrés successivement par ces deux cellules.

La formation du tissu intermédiaire est très-curieuse. Elle s'opère par une véritable sécrétion avec migration de cellules. Entre la couche celluleuse externe et la masse centrale s'accumule une substance homogène, amorphe et incolore. Bientôt on voit des cellules étoilées se détacher de la couche externe et pénétrer dans l'intérieur de la couche homogène pour en constituer la trame cellulaire. La migration de ces cellules a lieu à l'aide de leurs prolongements, qui paraissent agir comme les pseudopodes des rhizopodes.

Le mémoire de M. Kowalewsky n'est pas consacré exclusivement au développement des Eschscholtzia : il s'occupe aussi de celui des Cestum, des Pleurobrachia, des Cydippes, des Beroës.

A. KOWALEWSKY. ANATOMIE DES BALANOGLOSSUS DELLE CHIAJE. (*Mémoire de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, VIIme série, 1866.)

Sous le nom de *Balanoglosse*, delle Chiaje décrivit un animal

vermiforme du golfe de Naples, connu des pêcheurs sous le nom de *lingua di bue*. Il n'a guère depuis lors attiré l'attention des naturalistes, et l'étude très-incomplète qu'en fit M. Keferstein en 1860 ne nous a rien appris d'important à son sujet.

Les Balanoglosses sont néanmoins l'un des types les plus curieux de la nature animale, dont la position dans le cadre zoologique n'est point facile à fixer. C'est là ce qui ressort avec évidence du beau travail de M. Kowalewsky.

Le corps des Balanoglosses (il en existe à Naples deux espèces) est vermiforme et composé d'une série de régions successives. La plus antérieure, séparée par un étranglement de la suivante, a toute l'apparence d'une tête, mais un examen attentif enseigne qu'elle ne possède aucun des caractères qui pourrait justifier ce nom. C'est un organe tactile, sans doute, auquel M. Kowalewsky donne le nom de trompe. A la suite vient une sorte de collerette musculaire portant en dessous la bouche. La région suivante est beaucoup plus longue et peut être désignée sous le nom de région branchiale. Nous reviendrons tout à l'heure sur sa singulière conformation. Plus en arrière, le corps porte sur le dos des rangées de glandes, les glandes sexuelles, puis de nombreuses papilles que delle Chiaje avait prises pour des organes respiratoires, mais qui renferment en réalité des prolongements aveugles et verdâtres du tube intestinal. C'est donc ce qu'on pourrait appeler la région hépatique. Enfin la région terminale ou caudale est lisse, finement annelée.

La particularité la plus remarquable des Balanoglosses, c'est la conformation de l'appareil respiratoire. L'eau qui sert à l'oxygénation du sang pénètre par la bouche et ressort sur le dos de l'animal par deux séries d'ouvertures placées sur les côtés de la région branchiale. Elle traverse un appareil branchial fort complexe, soutenu par un squelette chitineux. Ce squelette est formé de deux séries symétriques de lames verticales transverses, réunies trois à trois par de

petits bâtons perpendiculaires à la direction des lames. L'ensemble constitue donc une double série de claies sur lesquelles viennent se ramifier les vaisseaux sanguins recouverts d'une couche épithéliale. Les ouvertures des claies sont couvertes de cils vibratiles. L'eau, qui a pénétré par la bouche dans le pharynx, s'engage dans les claies respiratoires et ressort par les ouvertures que nous avons mentionnées et dont le nombre est égal à celui des claies [1].

Il est impossible, à notre avis, de ne pas être frappé de la grande ressemblance de cet appareil avec l'appareil branchial des vertébrés. Déjà certains anatomistes ont tenté une comparaison des ascidies avec les vertébrés, à cause de leur singulier appareil respiratoire; mais ici la ressemblance est bien autrement grande.

Sans doute, à d'autres égards, l'analogie avec les vers est frappante, en particulier au point de vue du facies de l'animal et des parties centrales du système vasculaire réduites à deux troncs principaux: un vaisseau dorsal poussant le sang d'arrière en avant, et un vaisseau ventral le conduisant en sens inverse, etc. Cependant, il nous semble impossible d'attribuer à ces animaux, avec M. Keferstein, une place parmi les Némertiens, ni surtout de les rapprocher des Annélides, comme le voudrait M. Kowalewsky. Pour le moment, il est nécessaire d'ériger les Balanoglosses en une classe à part parmi les vers, classe par l'intermédiaire de laquelle cet embranchement tendra la main aux vertébrés, comme il la tend déjà par d'autres types aux infusoires, aux échinodermes, aux mollusques et aux arthropodes. Tous les jours davantage l'embranchement des vers se caractérise comme la souche de tout le règne animal.

[1] Ayant étudié moi-même les Balanoglosses pendant un séjour récent à Naples, je ne puis que confirmer les résultats essentiels du travail de M. Kowalewsky. Ed. CLAPARÈDE.

BOTANIQUE.

Edmond BOISSIER. FLORA ORIENTALIS, etc.: in-8°, vol. 1. Genève. 1867.

A une époque où chacun regardait son pays comme le centre du monde, les Européens ont appelé l'extrémité orientale de la mer Méditerranée et l'Asie occidentale, en général, *Orient*. Cette expression très-vague est restée dans les locutions des botanistes et il ne faut pas s'étonner si M. Boissier s'en est servi pour caractériser l'ouvrage dont il vient de publier le premier volume. Il y a encore dans les livres des espèces que les anciens auteurs ont décrites comme venant d'Orient. Les modernes, et M. Boissier plus que beaucoup d'autres, ont parcouru cet Orient si vaste, si varié, si dépourvu de limites géographiques ou botaniques naturelles. Ils l'ont trouvé composé de plusieurs régions et sous-régions, que M. Boissier énumère dans sa préface et dont il indique rapidement les traits principaux, au double point de vue du climat et de la flore. Sans doute il reviendra sur les considérations de géographie botanique, lorsqu'il aura terminé son ouvrage, comme il l'a très-bien fait dans son livre classique sur l'Espagne; mais il faut pour cela que l'énumération des genres et des espèces soit achevée, c'est dire qu'il faudra encore à peu près cinq gros volumes de mille pages, comme le premier qui ne contient que les Dicotyledones thalamiflores. L'auteur n'est pourtant pas verbeux dans les descriptions. Il donne ce qui est nécessaire et rien de plus. Mais le nombre des espèces localisées dans certaines îles de la Grèce, dans certaines vallées du Liban, de l'Arménie, du Caucase, etc., est bien plus considérable qu'on ne pensait. L'uniformité de la végétation des côtes et des déserts faisait illusion. Quand on en est venu à explorer les montagnes, qui abondent dans ces régions orientales et qui sont quelquefois très-élevées, on a été surpris de leur richesse en espèces distinctes. Rapprocher les documents des

voyageurs, les coordonner entre eux et avec les ouvrages généraux, n'est pas un petit travail, d'autant plus que les publications sur ces végétaux sont très-disséminées.

Personne ne pouvait mieux les grouper que M. Boissier. Tout le monde sait qu'il a visité plusieurs fois l'Orient, qu'il possède l'herbier le plus riche et le plus précieux sur les plantes de cette partie du monde, et qu'il a publié lui-même, dans ses opuscules appelés *Diagnoses*, un très-grand nombre d'espèces orientales nouvelles. M. Boissier a comparé ses échantillons avec ceux des herbiers de Paris et de Londres, qui proviennent quelquefois d'autres sources, et qui donnent la clef, par exemple, des espèces de Tournefort, Sibthorp, etc., publiées depuis longtemps. La coordination par familles et genres, lui a permis de réduire la longueur de chaque article consacré à une espèce et de réunir quelquefois des espèces proposées sans beaucoup d'étude ou sur des matériaux insuffisants, par divers auteurs. M. Boissier ne réunit jamais sans preuves, c'est-à-dire sans avoir vu des échantillons authentiques prouvant l'identité, ou des transitions entre des formes supposées distinctes. Il est d'avis que, pour la clarté, si désirable dans la science, il est plus dangereux de réunir légèrement que de trop séparer ; ce qui est parfaitement vrai, du moins lorsqu'on parle de réunions sous un nom spécifique unique, sans distinguer les variétés.

A ce sujet nous citerons un passage assez curieux et spirituel de la préface de M. Boissier. On sait qu'il cultive depuis longtemps, chez lui, plusieurs espèces des pays qu'il a visités. « Les méthodes d'expérimentation (sur les limites des espèces) sont incertaines, dit-il. Ainsi, l'hybridation donne des résultats d'autant moins concluants que les espèces sur lesquelles on opère sont plus voisines ; la culture elle-même ne doit être interprétée qu'avec beaucoup de prudence, parce qu'elle sort les plantes de leur milieu naturel et crée des influences de contact entre des espèces qui, dans la nature, ne sont jamais rapprochées. Quelquefois, en outre, ces

expériences de culture sont capricieuses et, par je ne sais quelle grâce d'état, font trouver à celui qui les opère des résultats toujours d'accord avec ses idées théoriques. C'est ainsi que des expérimentateurs que je pourrais citer déclarent avoir obtenu, par un semis d'une espèce, une ou plusieurs autres espèces dont la valeur spécifique n'avait jamais jusqu'ici été mise en doute par personne, tandis que d'autres botanistes, portés à accorder de l'importance aux plus petites différences, disent retrouver, toujours par la même opération, des formes immuables dans leurs moindres caractères. Je cultive et je sème, depuis plus de vingt ans, des plantes de toute provenance, et je n'ai jamais observé rien de semblable, ni en fait d'étranges transformations, ni en fait de fixité absolue; ce qui m'a frappé, c'est la facilité avec laquelle se forment des hybrides dans un jardin où sont réunies des espèces du même genre, mais d'aires géographiques très-distinctes; c'est ainsi qu'il est presque impossible de cultiver ensemble et de conserver bien tranchées les espèces des genres *Aquilegia*, *Erodium*, *Antirrhinum*, etc. Ce fait montre quelles précautions minutieuses seraient nécessaires pour faire des expériences de cette nature de manière à obtenir des résultats irréprochables, et combien il faut se garder de conclure d'après des faits observés sur des plantes dévoyées par les cultivateurs à ce qui se passe librement dans la nature. »

CAREY LEA. DE L'INFLUENCE DE DIVERSES SUBSTANCES ORGANIQUES ET INORGANIQUES SUR LA GERMINATION ET SUR LA VÉGÉTATION. (*American journal of science and arts.* Mars, 1867.)

Le procédé employé par M. Carey Lea consiste à faire germer des graines d'orge sur des morceaux de mousseline recouvrant des verres, dont l'un est rempli d'eau pure, tandis que chacun des autres contient une dissolution de l'une des substances dont on veut déterminer l'effet. En plaçant sur chaque morceau de mousseline un même nombre de graines

et en comparant ensuite le nombre de celles qui ont germé, ainsi que la durée de la germination et la hauteur des jeunes plantes dans les divers bocaux, on constate facilement l'effet des divers corps dissous dans l'eau. Or voici le tableau dans lequel M. Carey Lea résume l'action de douze substances différentes :

	Proportion de la substance dans 100 parties d'eau.	Nombre de graines qui ont germé sur 20.	Produit total de la végétation.	Proportion relative de la végétation en prenant celle dans l'eau pure égale à 100.
1	SO_3 0,016	18	5,4	16,8
2	NO_5 0,033	14	2,8	8,7
3	HCl 0,050	3	0,9	2,8
4	KO_2CO_2 0,083......	16	32	100
5	$NaOCO_2$ 0,083......	14	21	65,6
6	Ammoniaque	13	19,5	60,9
7	NH_4B_2 0,083	11	15,4	48,1
8	Plaques de zinc et cuivre	16	20,8	65
9	les mêmes avec gouttes de HCl	8	3,2	10
10	Eau pure	16	32	100
11	$NaOSO_2$ 0,083......	12	24	75
12	$KOClO_5$ 0,083......	13	6,5	20,3

La germination était évidente sur tous les verres après 48 heures. Après trois jours elle était le plus avancée dans les verres 4, 10, 11, moyenne dans les verres 5, 7, 8, 9, 12, le plus retardée dans 1, 2, 3, 6.

Après quatre jours elle était le plus avancée dans 4, 10, 11, moyenne dans 5, 7, 12, le plus retardée dans 2, 6, 8, 9, surtout dans 1, 3.

Après cinq jours elle était le plus avancée dans 4, 10, 11, moyenne dans 5, 6, 7, 8, 12, moindre dans 1, 9, et le plus retardée dans 2, 3.

Enfin après six jours la germination était le plus avancée dans 4, 10, 11 un peu moindre dans 5, 6, 7, 8, très-retardée dans 1, 2, 3, 9.

En ce qui concerne l'action des corps organiques, M. Carey Lea a observé que les plantes croissent aussi vite et aussi bien dans des solutions de sucre de canne, de gomme ou de glycérine que dans l'eau pure, mais sans qu'on puisse dire que ces substances stimulent la végétation. Il a aussi remarqué que dans l'eau pure ainsi que dans les solutions de gomme et de glycérine, les racines descendaient jusqu'au fond des verres, atteignant ainsi une longueur de 4-5 pouces, tandis que dans la solution de sucre de canne les racines de plantes tout aussi vigoureuses pénétraient à peine au-dessous de la surface du liquide.

P. DUCHARTRE. ÉLÉMENTS DE BOTANIQUE. 2 vol. 8°, avec planches intercalées. Paris, 1867.

Il y a quelques mois déjà que M. Duchartre a publié le second et dernier volume de ses éléments, dont la première partie avait paru l'année dernière. Cet ouvrage, fait à un point de vue exclusivement scientifique, est bien le traité de botanique le plus complet qui existe en langue française. L'auteur a évidemment une connaissance approfondie des grands ouvrages et des importants mémoires publiés dans ces dernières années en Allemagne, et on trouvera dans son livre un exposé impartial et judicieux des théories les plus modernes. L'anatomie n'a peut-être pas reçu tous les développements qu'elle comporterait, mais en revanche la morphologie ainsi que la physiologie et la classification sont traitées avec infiniment plus de détails que dans les anciens ouvrages français. Un grand nombre de planches fort bien exécutées et intercalées dans le texte facilitent beaucoup l'intelligence des divers sujets. En somme, le livre de M. Duchartre est un bon résumé de la botanique moderne.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1867.

Le 2, forte rosée. Depuis 8 $^1/_4$ h. du soir des éclairs presque continuels au NE.

3, tonnerres depuis 3 $^1/_2$ h. à 4 $^3/_4$ h. du soir ; l'orage passe du SSE. au NE., à l'E. de l'observatoire.

6, rosée. Couronne lunaire le soir. Toute la soirée des éclairs au N.

12, rosée.

13, couronne lunaire depuis 8 h. du soir.

14, à 5 h. 59 m. un coup de tonnerre à l'ONO.

18, faible gelée blanche, minimum $+3^o,8$.

19, rosée.

20, éclairs et tonnerres à l'O. de 6 h. $^3/_4$ à 7 $^1/_2$ h. du soir et de 8 h. 20 m. à 8 h. 35 m., les deux orages suivent le Jura dans la direction du S. au N.

23, éclairs et tonnerres de 2 $^1/_4$ à 3 $^1/_2$ h. de l'après-midi et de 7 $^1/_2$ à 8 h. du soir; le premier orage passe du S. à l'ENE., à l'E. de l'observatoire, et atteint son maximum d'intensité vers 2 h. 48 m.; le second suit la direction du S. au N., et atteint son maximum d'intensité de 7 $^1/_2$ h. à 7 h. 50 m.

26, depuis 7 $^3/_4$ h. du soir, des éclairs dans presque toutes les directions; éclairs et tonnerres de 8 h. 5 m. à 9 h. et de 9 $^3/_4$ h. à 10 $^1/_2$ h. ; le premier orage passe du NNE. à l'O. et le second du NE. au NO.

30, rosée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin...	730,45	Le 3 à 4 h. après-m..	723,10
4 à 10 h. soir.....	729,82	7 à 6 h. soir.....	724,64
11 à 10 h. matin...	733,55	15 à 6 h. matin...	719,28
17 à 10 h. soir.....	730,76	20 à 4 h. après-m..	723,25
22 à 8 h. matin...	727,73	24 à 4 h. après-m..	720,86
27 à 8 h. matin...	732,90	30 à 6 h. soir.....	726,80

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm
1	729,99	+ 4,17	+20,48	+5,24	+15,1	+26,2	13,76	+4,83	773	+ 53	580	910	...	..	N. 1	0,26	13,8	+ 1,2	178
2	727,30	+ 1,42	+21,88	+6,52	+14,1	+28,8	13,26	+4,26	682	— 37	410	910	...	..	SSO. 1	0,33	...	....	182
3	724,05	— 1,89	+20,22	+4,74	+15,2	+26,7	11,04	+1,98	659	— 60	410	850	0,7	2	SO. 2	0,49	12,8	— 0,1	185
4	728,15	+ 2,15	+13,39	—2,21	+12,6	+16,7	10,12	+0,99	897	+178	750	910	13,5	10	N. 1	1,00	11,8	— 1,2	190
5	728,71	+ 2,65	+15,94	+0,22	+11,0	+20,7	9,07	—0,12	690	— 28	500	890	...	..	N. 1	0,19	14,9	+ 1,8	195
6	726,17	+ 0,05	+19,85	+4,01	+10,1	+26,1	11,28	+2,03	651	— 67	450	860	...	..	SSO. 2	0,18	16,9	+ 3,7	198
7	724,99	— 1,19	+18,64	+2,68	+15,3	+23,5	10,32	+1,01	665	— 52	470	730	0,8	2	SSO. 1	0,71	17,8	+ 4,5	201
8	729,39	+ 3,15	+14,54	—1,54	+11,8	+19,0	6,83	—2,54	581	—135	400	870	...	..	N. 1	0,53	13,7	+ 0,2	203
9	731,66	+ 5,36	+14,58	—1,62	+ 6,6	+20,0	7,45	—1,98	609	—106	410	840	...	..	N. 1	0,08	...	.....	206
10	732,38	+ 6,03	+16,50	+0,19	+ 9,0	+21,7	9,01	—0,48	645	— 69	480	750	...	..	N. 1	0,03	15,9	+ 2,2	211
11	732,87	+ 6,46	+18,58	+2,16	+10,5	+24,4	10,35	+0,80	649	— 65	460	820	...	..	N. 1	0,00	16,9	+ 3,1	210
12	731,78	+ 5,32	+20,17	+3,64	+12,0	+26,1	12,01	+2,40	677	— 36	460	840	...	..	N. 1	0,00	17,0	+ 3,0	210
13	728,75	+ 2,23	+23,73	+7,09	+14,7	+30,0	12,44	+2,78	584	—128	390	800	...	..	SSO. 1	0,32	17,1	+ 3,0	212
14	723,26	— 3,31	+16,98	+0,24	+15,0	+21,3	10,74	+1,03	777	+ 66	630	990	16,7	6	SSO. 1	0,97	15,5	+ 1,3	214
15	722,75	— 3,88	+11,47	—5,37	+ 7,3	+17,0	7,74	—2,02	765	+ 55	570	920	0,8	2	variable	0,87	13,2	— 1,1	219
16	727,46	+ 0,77	+10,16	—6,78	+ 6,0	+14,0	6,55	—3,26	714	+ 5	580	870	...	..	variable	0,98	...	....	222
17	729,83	+ 3,09	+10,94	—6,10	+ 8,0	+16,0	6,57	—3,29	696	— 12	500	870	0,1	1	N. 1	0,80	15,2	+ 0,6	223
18	728,48	+ 1,68	+12,62	—4,52	+ 3,8	+17,8	7,17	—2,73	661	— 46	490	870	...	..	N. 1	0,11	15,2	+ 0,5	223
19	725,05	— 1,81	+15,22	—2,01	+ 6,4	+21,8	9,29	—0,66	710	+ 4	500	850	0,1	1	N. 1	0,62	15,6	+ 0,8	221
20	724,13	— 2,78	+16,77	—0,55	+13,8	+22,8	12,29	+2,30	872	+167	660	990	3,0	4	N. 1	0,86	15,8	+ 0,9	218
21	725,87	— 1,09	+16,96	—0,45	+14,1	+21,6	12,50	+2,47	881	+177	720	980	1,6	3	variable	0,89	16,9	+ 1,9	218
22	727,13	+ 0,12	+18,53	+1,03	+14,0	+23,6	11,88	+1,81	758	+ 55	510	930	...	..	N.	0,51	16,2	+ 1,0	218
23	723,93	— 3,13	+17,96	+0,38	+12,8	+25,4	11,75	+1,64	783	+ 81	510	980	17,5	4	variable	0,71	...	.....	218
24	722,08	— 5,03	+17,11	—0,55	+12,2	+22,7	11,62	+1,47	808	+107	550	990	1,2	4	variable	0,82	17,7	+ 2,3	219
25	725,71	— 1,45	+17,20	—0,54	+14,5	+22,0	12,42	+2,23	861	+162	680	930	0,9	2	SSO. 1	0,93	16,7	+ 1,2	223
26	731,50	+ 4,29	+18,89	+1,07	+14,5	+24,0	12,79	+2,56	795	+ 97	600	1000	5,1	4	N. 1	0,69	16,5	+ 0,9	223
27	732,38	+ 5,12	+16,74	—1,16	+15,6	+20,3	13,06	+2,79	934	+237	770	1000	1,4	3	N. 2	0,99	16,8	+ 1,1	227
28	730,70	+ 3,40	+18,80	+0,83	+14,7	+24,4	10,31	+0,01	666	— 30	400	970	...	..	NNE. 2	0,51	17,7	+ 1,9	230
29	730,13	+ 2,79	+15,43	—2,61	+13,5	+18,4	7,16	—3,17	577	—118	400	710	...	..	N. 3	0,13	17,7	+ 1,7	235
30	728,93	+ 1,55	+16,42	—1,69	+ 8,4	+23,5	9,93	—0,43	698	+ 4	550	830	...	..	N. 1	0,10	...	.....	233

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,44	728,60	728,62	728,42	728,04	727,74	727,81	728,33	728,71
2 «	727,49	727,87	727,89	727,62	727,30	726,89	726,73	726,93	727,25
3 «	728,15	728,40	728,27	727,91	727,50	727,14	727,20	727,84	728,23
Mois	728,03	728,29	728,26	727,99	727,61	727,25	727,25	727,70	728,06
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,61	+17,51	+19,12	+20,54	+21,01	+21,40	+19,98	+17,59	+16,23
2e «	+13,08	+14,97	+16,85	+18,03	+19,29	+19,05	+18,25	+16,50	+14,81
3e «	+14,98	+16,49	+18,45	+19,47	+20,30	+21,09	+20,20	+17,49	+16,31
Mois	+14,22	+16,32	+18,14	+19,35	+20,20	+20,51	+19,48	+17,19	+15,79
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,33	10,51	10,25	10,39	10,27	9,78	10,28	10,65	9,82
2e «	9,39	9,88	9,23	9,04	9,64	9,53	9,73	9,68	9,87
3e «	11,55	11,76	11,48	11,50	11,86	11,25	11,15	11,67	11,19
Mois	10,42	10,72	10,32	10,31	10,26	10,19	10,39	10,67	10,30
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	828	697	625	576	556	519	578	701	712
2e «	832	775	634	576	566	573	613	686	764
3e «	905	844	724	685	619	609	629	784	811
Mois	855	772	661	612	580	567	607	724	762

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+12,08	+22,94	0,38	14,70	15,0	194,9
2e «	+ 9,75	+21,12	0,55	15,72	20,7	217,2
3e «	+13,43	+22,59	0,63	17,02	27,7	224,3
Mois	+11,75	+22,22	0,52	15,81	63,4	212,2

Dans ce mois, l'air a été calme 3,3 sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,87 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 20,6 O., et son intensité est égale à 49,2 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1867.

Le 3, brouillard à 6 heures du matin et à 6 heures du soir.
8, id. de 10 heures à midi et depuis 8 heures du soir.
9, id. depuis 8 heures du soir.
14, id. la plus grande partie de la journée.
15, id. depuis 6 heures du soir. La mesure de la neige est approximative, une partie s'étant fondue en tombant.
16, id. tout le jour.
17, id. jusqu'à 8 heures du matin.
22, id. à 6 heures du matin et depuis 6 heures du soir.
23, orage de 2 $^3/_4$ h. à 3 $^1/_4$ h. de l'après-midi ; pluie et grêle et un coup de tonnerre.
25, brouillard presque tout le jour.
26, id. à 6 heures du matin.
27, id. de 4 heures à 6 heures de l'après-midi.
28, id. depuis 8 heures du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. soir....	572,60	Le 4 à 6 h. matin...	565,75
5 à 10 h. soir....	569,20	8 à 6 h. matin..	564,69
12 à 10 h. matin...	574,10	15 à 8 h. matin...	559,10
18 à 10 h. soir....	566,55	20 à 6 h. matin...	564,91
22 à 10 h. soir....	567,94	24 à 6 h. soir....	563,32
26 à 10 h. soir....	573,10	29 à 6 h. matin ..	567,91

SAINT-BERNARD. — JUIN 1867.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	572,08	+ 6,83	571,30	572,60	+ 8,92	+ 6,48	+ 5,5	+12,0	.....	.....	......	NE. 1	0,17
2	570,55	+ 5,20	569,71	571,37	+ 6,74	+ 4,18	+ 5,2	+10,4	.....	2,0	3	variable	0,53
3	567,17	+ 1,72	566,72	567,81	+ 4,47	+ 1,79	+ 3,4	+ 7,7	.....	6,0	6	variable	0,87
4	566,80	+ 1,25	565,75	567,48	+ 1,69	— 1,11	+ 0,5	+ 4,9	.....	9,3	8	NE. 1	1,00
5	568,14	+ 2,48	567,56	569,20	+ 5,12	+ 2,20	— 1,1	+10,2	.....	7,2	4	variable	0,50
6	568,77	+ 3,01	568,51	568,98	+ 6,48	+ 3,44	+ 4,4	+ 9,9	.....	.....	......	SO. 1	0,70
7	566,50	+ 0,64	565,66	567,46	+ 6,37	+ 3,21	+ 2,6	+ 9,4	.....	.....	......	variable	0,91
8	566,22	+ 0,27	564,69	567,63	— 1,01	— 4,28	— 2,6	+ 1,1	.....	.....	......	NE. 2	0,84
9	569,01	+ 2,96	568,12	569,65	+ 2,25	— 1,13	+ 0,4	+ 5,5	.....	.....	......	NE. 1	0,33
10	571,57	+ 5,42	570,23	572,53	+ 6,17	+ 2,68	+ 2,8	+ 8,9	.....	.....	......	NE. 1	0,01
11	573,51	+ 7,26	572,45	573,96	+ 7,64	+ 4,05	+ 5,3	+11,1	.....	.....	......	NE. 1	0,03
12	573,78	+ 7,44	573,53	574,10	+10,02	+ 6,32	+ 7,2	+14,9	.....	.....	......	NE. 1	0,00
13	571,02	+ 4,59	569,76	572,36	+ 8,30	+ 4,49	+ 5,8	+12,7	.....	.....	......	NE. 1	0,44
14	563,60	— 2,92	562,10	566,36	+ 4,25	+ 0,34	+ 1,6	+ 8,8	.....	4,2	6	NE. 1	1,00
15	560,25	— 6,36	559,10	561,85	— 2,53	— 6,54	— 4,5	+ 1,0	20	8,1	8	NE. 2	1,00
16	562,72	— 3,98	561,84	563,33	— 4,22	— 8,33	— 5,0	— 2,3	.....	.....	......	NE. 1	1,00
17	564,88	— 1,91	563,38	566,24	— 3,20	— 7,41	— 5,1	— 0,7	.....	.....	......	NE. 1	1,00
18	566,05	— 0,83	565,21	566,55	+ 1,88	— 2,42	— 3,6	+ 4,8	.....	.....	......	NE. 1	0,91
19	565,80	— 1,17	565,55	566,06	+ 6,22	+ 1,83	+ 1,3	+11,1	.....	.....	......	NE. 1	0,01
20	565,60	— 1,45	564,91	566,17	+ 3,24	— 1,24	+ 2,7	+ 5,5	.....	.....	......	variable	0,60
21	566,79	— 0,34	566,02	567,79	+ 4,97	+ 0,40	+ 3,0	+ 8,3	.....	6,4	4	calme	0,91
22	567,72	+ 0,51	567,52	567,94	+ 5,39	+ 0,73	+ 3,1	+ 9,2	.....	1,2	3	NE. 1	0,93
23	565,85	— 1,44	565,07	567,08	+ 6,38	+ 1,64	+ 3,6	+12,2	.....	15,4	3	NE. 1	0,83
24	563,64	— 3,73	563,32	563,93	+ 4,77	— 0,05	+ 3,7	+ 8,4	.....	1,3	2	NE. 1	0,78
25	566,45	— 1,00	563,82	568,85	+ 3,97	— 0,93	+ 3,0	+ 6,3	.....	4,0	2	NE. 1	0,97
26	571,99	+ 4,47	570,31	573,10	+ 5,97	+ 1,00	+ 3,5	+ 8,8	.....	4,9	3	NE. 1	0,99
27	571,90	+ 3,31	571,20	572,84	+ 4,70	— 0,35	+ 2,7	+ 8,4	.....	18,5	8	NE. 1	0,82
28	570,33	+ 2,67	569,71	570,70	+ 4,80	— 0,32	+ 3,2	+ 7,9	.....	.....	......	variable	1,00
29	568,68	+ 0,95	567,91	569,65	+ 4,05	— 1,14	+ 1,4	+ 5,8	.....	.....	......	NE. 2	0,91
30	569,96	+ 2,16	569,72	570,18	+ 8,19	+ 2,93	+ 5,4	+12,5	.....	.....	......	NE. 2	0,03
31												SO. 1	0,59

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	568,32	568,58	568,73	568,75	568,71	568,66	568,69	568,88	569,09
2e «	566,54	566,59	566,76	566,85	566,77	566,67	566,79	566,88	566,94
3e «	567,97	568,21	568,41	568,34	568,34	568,29	568,35	568,62	568,76
Mois	567,61	567,79	567,97	567,98	567,94	567,87	567,94	568,13	568,27
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 3,04	+ 4,71	+ 6,63	+ 7,50	+ 7,29	+ 6,01	+ 5,35	+ 4,25	+ 3,57
2e «	+ 1,55	+ 4,00	+ 5,05	+ 5,72	+ 5,95	+ 4,65	+ 3,11	+ 2,21	+ 2,07
3e «	+ 3,73	+ 5,78	+ 6,85	+ 8,25	+ 8,14	+ 5,70	+ 5,79	+ 4,88	+ 4,63
Mois	+ 2,77	+ 4,83	+ 6,18	+ 7,16	+ 7,13	+ 5,45	+ 4,75	+ 3,78	+ 3,42

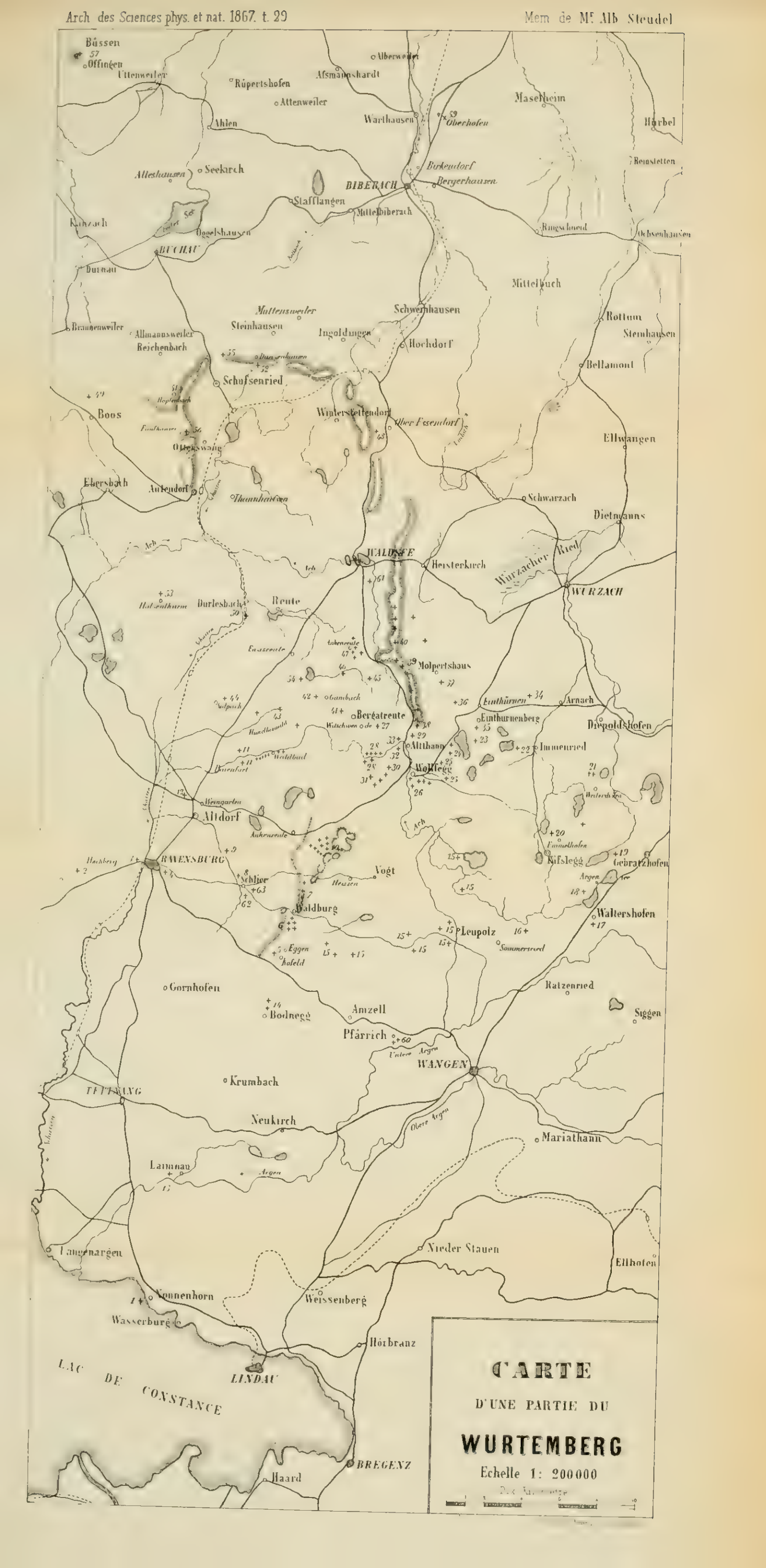
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 2,11	+ 8,00	0,59	24,5	—
2e «	+ 0,57	+ 6,69	0,59	26,7	20
3e «	+ 3,23	+ 8,78	0,78	51,7	—
Mois	+ 1,97	+ 7,82	0,65	102,9	20

Dans ce mois, l'air a été calme 21,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,74 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 61,5 sur 100.

* Voir la note du tableau.


CARTE
D'UNE PARTIE DU
WURTEMBERG
Echelle 1: 200000
Büssen
Offingen
Uttenweiler
Rüpertshofen
Attenweiler
Alberweiler
Afsmannshardt
Warthausen
Oberhofen
Maselheim
Hürbel
Ahlen
Seekarch
Alleshausen
BIBERACH
Birkendorf
Bergerhausen
Reinstetten
Stafflangen
Mittelbiberach
Ringschneid
Ochsenhausen
BUCHAU
Oggelshausen
Kanzach
Dürnau
Mittelbuch
Mattenweiler
Steinhausen
Ingoldingen
Schweinhausen
Hochdorf
Rottum
Steinhausen
Brannenweiler
Allmannsweiler
Reichenbach
Bellamont
Schussenried
Boos
Winterstettendorf
Ober Essendorf
Ellwangen
Otterswang
Ebersbach
Aulendorf
Schwarzach
Dietmanns
WALDSEE
Heisterkirch
Wurzacher Ried
WURZACH
Durlesbach
Reute
Molpertshaus
Einthürnen
Arnach
Einthurnenberg
Diepoldshofen
Bergatreute
Altthann
Wolfegg
Immenried
Weingarten
Altdorf
RAVENSBURG
Schlier
Vogt
Kisslegg
Gebratzhofen
Waldburg
Waltershofen
Leupolz
Eggen
Sommersried
Gornhofen
Ratzenried
Siggen
Bodnegg
Amzell
Pfärrich
WANGEN
Krumbach
Neukirch
Mariathann
Laimnau
Langenargen
Nieder Staufen
Ellhofen
Nonnenhorn
Weissenberg
Wasserburg
Hörbranz
LAC DE CONSTANCE
LINDAU
BREGENZ
Haard

ESSAIS

SUR LA

SÉPARATION DE L'ACIDE NIOBIQUE

ET

DE L'ACIDE TITANIQUE

ANALYSE DE L'AESCHYNITE

PAR

M. C. MARIGNAC

On sait depuis longtemps que l'acide niobique et l'acide titanique sont associés dans un grand nombre de minéraux, tels que le pyrochlore, l'euxénite, l'aeschynite, la polycrase, etc. J'ai constaté moi-même que cette association était encore plus fréquente qu'on ne le supposait, puisque je n'ai trouvé aucune variété de columbite qui ne renfermât quelques traces d'acide titanique. Malheureusement, on ne connaît encore aucune méthode qui permette de séparer complétement ces deux acides, ou de déterminer leurs proportions relatives lorsqu'ils sont mélangés. J'ai souvent eu, en effet, l'occasion de constater que l'on n'obtient aucun bon résultat de la méthode généralement employée pour cette séparation, qui consiste à fondre ces acides avec du bisulfate de potasse et à traiter le produit par l'eau froide, suivant H. Rose, ou par l'eau chaude, suivant M. Hermann. Dans ce dernier cas, l'action est plus prompte, mais le résultat est le même. L'acide niobique devrait rester sans se dissoudre et l'acide tita-

nique entrer en dissolution. En fait, tout ce qu'on peut dire, c'est que la partie insoluble est plus riche en acide niobique que la partie dissoute, mais le résultat obtenu n'indique pas à 20 ou 30 p. 100 près la proportion relative des deux acides.

M. Hermann s'est aussi servi, dans presque tous ses travaux, d'une autre méthode de séparation fondée sur la solubilité du niobate de soude et l'insolubilité du titanate de la même base. Je donnerai plus loin le détail d'expériences qui prouvent que cette méthode ne donne pas des résultats plus approchés de la vérité que la précédente.

J'ai indiqué, dans un de mes mémoires sur les combinaisons du niobium[1], une nouvelle méthode de séparation fondée sur la différence de solubilité du fluoxyniobate et du fluotitanate de potasse. Cette méthode est particulièrement convenable pour séparer autant que possible les deux acides l'un de l'autre et obtenir chacun d'eux à l'état de pureté; c'est encore la seule que je connaisse pour effectuer réellement cette séparation, avec celle qui serait fondée sur la différence de volatilité des chlorures de niobium et de titane. J'ai montré d'ailleurs qu'elle peut servir à déterminer approximativement leurs proportions relatives lorsqu'ils sont mélangés; mais elle est d'une application très-longue et presque impossible lorsque l'on doit opérer sur une faible proportion de matière.

La recherche d'un procédé plus commode de séparation ou d'analyse présentait pour moi un intérêt particulier. En effet, j'ai soutenu que c'était à l'imperfection des mé-

[1] Voyez *Archives*, janvier 1866, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4me série, tome VIII, p. 73.

thodes usitées pour la séparation de ces deux acides qu'était due la supposition de l'existence de nouveaux acides métalliques distincts de l'acide niobique, et en particulier celle de l'existence de l'acide ilménique de M. Hermann. Ce savant ayant publié un nouveau mémoire sur cet acide et quelques-unes de ses combinaisons[1], et signalant surtout l'Aeschynite comme renfermant presque exclusivement l'acide ilménique avec très-peu d'acide niobique, j'ai voulu, avant que de procéder à une nouvelle analyse de ce minéral, soumettre à un examen approfondi les méthodes de séparation de l'acide niobique et de l'acide titanique, et je crois utile d'en faire connaître les résultats, lors même que la plupart de mes essais n'ont servi qu'à bien établir l'imperfection de ces méthodes.

Il ne manque pas de réactions caractéristiques dans lesquelles l'acide niobique et l'acide titanique se comportent d'une manière absolument opposée lorsqu'ils sont purs l'un et l'autre. Ces réactions sont généralement fondées sur ce fait que l'acide niobique a une plus grande tendance à se combiner avec les bases, tandis qu'au contraire ses combinaisons avec les acides sont moins stables que celles de l'acide titanique, ce qui est d'ailleurs une conséquence naturelle de la différence de constitution de ces deux acides. Mais dès qu'ils sont mélangés, ils s'entraînent réciproquement et ne présentent plus les mêmes caractères que lorsqu'ils sont isolés.

Ainsi, l'on parvient facilement à dissoudre ces acides à l'état hydraté dans l'acide sulfurique concentré. Si l'on ajoute de l'eau à ces dissolutions et qu'on les porte à l'ébullition, on voit que la dissolution titanique ne se trou-

[1] *Journal für praktische Chemie*, tome XCIX, p. 279.

ble que lorsque l'acide sulfurique est étendu de cinq à six fois son poids d'eau, tandis que la dissolution niobique se précipite avant que l'on y ait ajouté un poids d'eau égal à celui de l'acide sulfurique. Mais, si l'on fait dissoudre dans cette dissolution niobique une quantité d'acide titanique hydraté à peu près égale à celle de l'acide niobique, on voit qu'après cette addition elle ne se trouble plus par l'ébullition que lorsqu'on l'étend de cinq à six parties d'eau. Ainsi le mélange des deux acides se comporte comme l'acide titanique seul, et le précipité qui se forme par l'ébullition renferme les deux acides mélangés.

La séparation ne réussit pas mieux en présence d'acide beaucoup plus étendu, mais à une température peu élevée.

Si l'on fond l'acide titanique avec du carbonate de potasse, le produit, délayé d'abord dans l'eau, puis traité par de l'acide sulfurique très-étendu, forme bientôt une dissolution parfaitement limpide, surtout à une température de 40 ou 50 degrés, et qui conserve parfaitement cette limpidité, au moins pendant quelques jours.

L'acide niobique, fondu de même avec le carbonate de potasse, se redissout complétement dans l'eau. Si l'on y ajoute de l'acide sulfurique très-étendu et qu'on laisse digérer à cette température de 40 ou 50 degrés, l'acide niobique sera bientôt précipité d'une manière absolue.

. Mais si l'on traite de même un mélange d'acide niobique et d'acide titanique, on obtient des résultats très-variables suivant leurs proportions relatives. Ainsi, un mélange renfermant 64 p. 100 d'acide niobique a donné un résidu insoluble de 86 p. 100. Un mélange contenant 60 p. 100 d'acide niobique a laissé 46 p. 100 d'acide

insoluble[1]. Enfin, un mélange renfermant 30 p. 100 d'acide niobique est demeuré parfaitement limpide; la liqueur ne s'est troublée que lorsque la température a été portée très-près de 100 degrés, comme l'eût fait une dissolution d'acide titanique seul.

J'ai varié ces essais à l'infini, en essayant l'influence qu'exercerait la présence des sulfates alcalins, sans obtenir aucun résultat plus satisfaisant.

La fusion avec les alcalis ne donne pas de meilleurs résultats. Après avoir fondu l'acide titanique avec le carbonate de potasse (1 d'acide pour 10 de bicarbonate cristallisé), si l'on traite le produit par l'eau bouillante, la plus grande partie de l'acide demeure à l'état de titanate acide insoluble, 1 p. 100 d'acide environ entre en dissolution. L'acide niobique traité de même donne un produit complétement soluble dans l'eau si la calcination a été maintenue assez longtemps et à un degré assez élevé. Mais si l'on traite ainsi un mélange renfermant 20 p. 100 d'acide titanique, la plus grande partie de celui-ci se redissout avec l'acide niobique, le poids du résidu insoluble est seulement de 6 p. 100, et encore retient-il une proportion notable d'acide niobique.

Mêmes résultats par fusion avec le carbonate de soude (1 d'acide pour 5 de carbonate) et traitement du produit par l'eau bouillante. Lorsque les deux acides sont mélangés et que l'un d'eux entre dans le mélange pour une proportion approchant de 80 p. 100, il entraîne avec lui la presque totalité de l'autre. Pour un mélange renfermant 45 p. 100 d'acide titanique, le poids de l'acide con-

[1] Ces chiffres n'ont rien d'absolu, les expériences n'ayant pas été faites dans des conditions identiques au point de vue des proportions d'eau et d'acide sulfurique.

tenu dans la partie insoluble correspond assez exactement à celui de cet acide, tandis qu'il entre en dissolution une proportion d'acide à peu près égale au poids de l'acide niobique. Mais j'ai pu constater que l'acide demeuré insoluble renferme au moins 25 p. 100 d'acide niobique, tandis que celui qui est entré en dissolution contient au moins 25 p. 100 d'acide titanique[1].

Il résulte évidemment de là que cette méthode, pas plus que les précédentes, ne peut servir à séparer l'un de l'autre ces deux acides métalliques. Cependant, à défaut d'une méthode d'analyse exacte, on peut utiliser cette réaction pour déterminer, au moins d'une manière approximative, les proportions relatives des deux acides. En effet, s'il ne se produit aucune séparation de ces acides, il n'en est pas moins vrai que la proportion du résidu insoluble dans l'eau, après la fusion avec le carbonate de soude, croit avec la quantité d'acide titanique, et qu'inversement le poids de l'acide qui entre en dissolution augmente progressivement avec la proportion d'acide niobique contenue dans le mélange. Il est vrai que la loi de leurs variations n'est point régulière, et que de plus elle dépend beaucoup des conditions dans lesquelles se fait l'expérience. Mais si l'on opère toujours dans des conditions identiques, on devra toujours retomber sur les mêmes résultats, en sorte qu'il est possible, par une série d'expériences préparatoires, de construire une table empirique qui fera connaître les proportions d'acide niobique et d'acide titanique contenues dans chaque mélange

[1] On ne sera pas surpris, d'après cela, que M. Hermann retire, par un procédé analogue (fusion avec la soude caustique), des minéraux qui renferment un mélange d'acide niobique et d'acide titanique, un acide qui ne présente pas les propriétés de l'acide niobique pur.

suivant les proportions de résidu insoluble et d'acide soluble qu'il fournira par sa fusion avec le carbonate de soude.

Les très-nombreux essais que j'ai faits pour construire cette table m'ont prouvé qu'il était impossible d'arriver ainsi à des résultats bien constants. Des différences insaisissables, probablement dans la durée ou l'intensité de la calcination, ou dans quelque autre condition de l'expérience, entraînent des variations notables dans les résultats ; mais cependant, à défaut d'une meilleure méthode, celle-là peut encore donner des indications utiles. Au reste, pour qu'on puisse en juger, je transcrirai ici *tous* les résultats de ces essais, sans excepter ceux qui s'écartent assez de la moyenne pour qu'on puisse y soupçonner quelque erreur accidentelle.

Voici le mode d'opérer que j'ai suivi dans tous ces essais : Un poids déterminé (j'ai opéré en général sur près de $0^{gr},5$) du mélange d'acide niobique et d'acide titanique, est fondu dans un creuset de platine avec 5 parties de carbonate de soude. La calcination doit être conduite d'abord modérément pour éviter autant que possible les projections, qui d'ailleurs n'entraînent aucune perte grave, le creuset étant muni de son couvercle. Dès que la fusion est complète, je chauffe aussi fortement que possible, au moyen d'un bec de gaz alimenté d'air par un soufflet, et je maintiens cette fusion pendant trois minutes. Je traite ensuite le creuset et son couvercle par l'eau bouillante, de manière à détacher toute la matière et à la faire tomber dans un ballon où je l'étends d'eau jusqu'à un trait marqué d'avance et correspondant à 1000 p. d'eau pour 1 p. d'acide analysé. Je porte le tout à l'ébullition et l'y maintiens dix minutes, puis je laisse le liquide

se reposer, et je le filtre seulement après vingt-quatre heures, ou même après deux jours s'il ne paraît pas parfaitement éclairci. On ne gagne rien, en effet, à le filtrer trop tôt, car alors il se trouble de nouveau pendant la filtration. Au reste, cela peut arriver même après le second jour, mais alors le précipité qui continue à s'y former est si faible que je n'en ai pas tenu compte.

Le résidu insoluble demeuré sur le filtre se lave assez facilement, il suffit de peu d'heures de lavage pour qu'il ne cède plus à l'eau que des traces de soude sans acide métallique. Il est inutile d'aller plus loin. Ce résidu est séché, calciné et pesé.

La liqueur filtrée est acidulée par l'acide sulfurique, mais en ayant soin de n'en point mettre un excès, et soumise à l'ébullition qui en précipite l'acide métallique. On peut s'assurer par l'addition d'ammoniaque qu'il n'en reste point en dissolution, ou précipiter par là quelques traces d'acide titanique qui auraient échappé ; mais il ne faut pas ajouter l'ammoniaque avant d'avoir séparé la plus grande partie de l'acide métallique, car l'acide niobique précipité par l'ammoniaque dans une dissolution contenant des alcalis fixes en retient toujours une petite quantité.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus dans ces essais. J'y indique les proportions relatives d'acide titanique et d'acide niobique contenus dans chaque mélange, le poids du résidu insoluble et celui de l'acide demeuré en dissolution. Une cinquième colonne fait connaître la proportion d'acide métallique contenue dans 100 parties du résidu insoluble. La composition de ce résidu n'a pas été déterminée directement, mais calculée d'après son poids et celui de l'acide métallique demeuré

en dissolution. Il en résulte que toutes les erreurs accidentelles portent sur ce résultat, entaché d'ailleurs de la cause d'erreur due à ce que le lavage de ce résidu n'a jamais été poussé jusqu'à son terme. Cette composition ne peut donc être considérée que comme approximative.

Mélange analysé		Résidu	Acide	Acide p. 100
TiO^2.	Nb^2O^5.	insoluble.	dissous.	du résidu.
0	100	1,48	98.80	
10,04	89,96	3,48	97,54	
21,38	78,62	12,02	90,63	77,96
22,61	77,39	10,91	90,84	83,93
29,94	70,06	20,58	82,53	84,85
33,72	66,28	29,33	76,21	81,10
38,94	61,06	37,32	68,35	84,78
43,40	56,60	52,60	55,20	85,17
44,17	55,83	50,45	57,17	84,89
46,82	53,18	60,17	48,30	85,92
47,79	52,21	68,18	41,76	85,40
50,45	49,55	»	36,20	»
54,05	45,95	85,42	26,11	86,49
63,71	36,29	103,30	9,89	87,22
64,19	35,81	105,33	9,33	86,08
64,21	35,79	100,96	11,22	87,93
69,19	30,81	110,41	4,34	86,64
72,92	27,08	108,10	6,61	86,39
78,92	21,08	111,13	1,79	88,37
81,14	18,86	113,14	2,29	86,36
86,96	13,04	112,82	1,49	87,31
100	0	114,81	0,95	86,27

On voit que la composition du résidu insoluble varie avec celle du mélange soumis à l'analyse. Les nombres précédents permettent même de conclure que ce résidu est formé d'un mélange de titanate acide de soude

$Na^2O, 5 TiO^2$ et de niobate acide Na^2O, Nb^2O^5. Ces sels auraient en effet les compositions suivantes :

			Calculé.
Titanate.....	Na^2O	62	13,28
	$5 TiO^2$	405	86,72
		467	100
Niobate	Na^2O	62	18,79
	Nb^2O^5	268	81,21
		330	100

Pour appliquer les résultats précédents à l'analyse d'un mélange indéterminé d'acide titanique et d'acide niobique, il faudra le traiter par fusion avec le carbonate de soude en suivant exactement la même marche que celle que j'ai indiquée pour ces essais, et comparer aux nombres contenus dans ce tableau, soit le poids du résidu insoluble, soit celui de l'acide demeuré en dissolution. On peut même se borner à ce dernier, attendu que le poids du résidu insoluble est soumis à une chance de variation accidentelle de plus, suivant qu'il a été soumis à des lavages plus ou moins prolongés.

Pour faciliter cette comparaison, j'ai fait un tracé graphique, dans lequel j'ai relevé tous les points correspondant aux essais précédents, et indiquant la proportion de l'acide demeuré en dissolution pour chaque proportion d'acide niobique. Puis j'ai tracé la courbe moyenne qui se rapprochait le plus de tous ces points. Enfin j'ai relevé sur cette courbe les proportions d'acide niobique correspondant aux divers poids du résidu insoluble. J'ai obtenu ainsi le tableau suivant :

Poids de l'acide dissous pour 100 p. du mélange analysé.	Poids de l'acide niobique pour 100 du mélange.
98,8	100
97,5	90,0
95	84,0
90	76,9
85	72,3
80	68,4
75	65,1
70	62,3
65	59,8
60	57,5
55	55,5
50	53,8
45	52,3
40	50,9
35	49,5
30	47,8
25	45,9
20	43,4
15	40,4
10	36,3
5	30,0
2,5	21,5
0,7	0

Je crois que toutes les fois que l'on essaiera par cette méthode un mélange d'acide titanique et d'acide niobique dans lequel ce dernier entrera pour une proportion comprise entre 30 et 75 p. 100, l'erreur commise sur sa détermination atteindra rarement 5 p. 100. En dehors de ces limites, j'aurais fort peu de confiance dans les résultats obtenus, car lorsque l'un des acides domine de beaucoup dans le mélange, celui-ci se comporte presque comme s'il ne renfermait que l'acide dominant. Il fau-

drait au moins, dans un pareil cas, contrôler le résultat d'une première opération, en soumettant au même traitement, soit le résidu insoluble, soit l'acide demeuré dissous dans lesquels se serait concentré celui des deux acides qui entre pour la plus faible proportion dans le mélange, et dont l'existence pourrait être considérée comme douteuse.

J'ai trouvé plus tard une autre méthode qui permet de déterminer avec une plus grande approximation les proportions relatives de ces deux acides métalliques. Elle repose, avec quelques modifications, sur le même principe que celle qui a été proposée par M. Pisani pour l'analyse d'un mélange de zircone et d'acide titanique, savoir la réduction de ce dernier à l'état de sesquioxyde de titane et la détermination de celui-ci au moyen d'une dissolution titrée de permanganate de potasse. Toutefois, comme l'acide niobique est lui-même susceptible d'éprouver une réduction partielle, cette méthode ne peut donner des résultats absolument exacts; elle n'en fournit même d'assez approchés qu'à l'aide de certaines précautions indispensables.

Lorsqu'un mélange d'acide titanique et d'acide niobique est dissous, soit dans l'acide chlorhydrique, soit dans l'acide sulfurique, le zinc métallique, introduit dans cette dissolution, réduit d'abord l'acide titanique, puis l'acide niobique, comme le montre la couleur de la dissolution d'abord d'un rose violacé, passant plus tard au bleu. Mais il me paraît impossible dans ce cas de saisir le moment où le premier est seul réduit, il est même probable qu'il ne l'est pas complétement avant qu'une portion notable de l'acide niobique ne soit aussi réduite. Je n'ai pas mieux réussi à obtenir la réduction de l'acide

titanique seul en opérant dans des dissolutions de plus en plus étendues d'eau.

On obtient au contraire assez facilement ce dernier résultat lorsqu'on opère sur ces acides métalliques préalablement fondus avec du fluorure de potassium, puis redissous par de l'acide chlorhydrique étendu d'eau. La présence des fluorures ne paraît nullement s'opposer à la réduction de l'acide titanique, seulement la dissolution réduite prend une couleur vert-clair ; elle empêche au contraire complétement la réduction de l'acide niobique si la liqueur est suffisamment étendue d'eau. Cette méthode a d'ailleurs l'avantage de présenter le moyen le plus facile et le plus sûr d'obtenir les acides métalliques à l'état de dissolution parfaitement limpide. En effet, l'attaque des acides métalliques par le fluorure de potassium a lieu avec la plus grande facilité ; elle ne donne lieu à aucune projection, à aucun dégagement de gaz ; même lorsque les acides sont à l'état de fragments fortement agglomérés, ils disparaissent presque instantanément en se fondant dans le fluorure de potassium, enfin le produit ainsi obtenu se redissout avec la plus grande facilité dans l'eau contenant de l'acide chlorhydrique.

Mais il est essentiel, pour le succès de cette analyse, d'employer des proportions convenables d'eau et d'acide chlorhydrique. En effet, dans une dissolution trop étendue la réduction de l'acide titanique serait incomplète, tandis qu'un acide trop concentré déterminerait une réduction partielle de l'acide niobique. Au reste, si ce dernier cas se présentait, on en serait bientôt averti, car une très-faible quantité de cet acide, en se réduisant, suffit pour donner au liquide une teinte brune très-prononcée.

Voici, après de nombreux essais, la marche que je crois pouvoir recommander. J'ai opéré dans tous les cas sur $0^{gr},5$ d'acide métallique. Je fais fondre cet acide avec $1^{gr},5$ de fluorhydrate de fluorure de potassium. Il faut chauffer d'abord très-modérément pour éviter les projections pendant la fusion de ce sel qui perd son acide fluorhydrique et est ramené à l'état de fluorure de potassium; d'ailleurs on pourrait l'amener à cet état avant d'y ajouter l'acide métallique. Une fois cette première fusion passée (on pourrait presque l'appeler fusion aqueuse), on chauffe rapidement et fortement. En moins d'une minute la fusion est complète, et l'acide métallique est complétement dissous. Il vaut mieux ne pas prolonger cette fusion, à cause de la tendance du fluorure de potassium fondu à grimper le long des parois du creuset; il est bon, pour la même raison, de faire cette fusion dans un creuset de platine un peu profond. Le produit refroidi est dissous en le faisant digérer à chaud dans le creuset avec de l'acide chlorhydrique étendu, de manière à employer en tout 250 cent. cubes d'acide d'une densité de 1,015 (soit environ 20 cent. cubes d'acide chlorhydrique pur concentré et 230 cent. cubes d'eau). Cette dissolution est recueillie dans un ballon, et lorsqu'elle est complétement refroidie on y ajoute un barreau cylindrique de zinc distillé assez long pour que son extrémité se trouve dans le col du ballon et puisse être facilement saisie. On ferme le ballon avec un bouchon traversé par un tube de verre recourbé par lequel on laisse dégager l'hydrogène sous l'eau, et on laisse la réduction s'opérer à la température ordinaire.

Au bout de vingt-quatre heures, la réduction est terminée et l'on n'ouvre le ballon que pour enlever le barreau de zinc et procéder immédiatement à la détermina-

tion du sesquioxyde de titane au moyen de la dissolution titrée du permanganate de potasse. Je me suis servi pour cela d'une dissolution renfermant 3gr,95 de permanganate par litre. Chaque centimètre cube correspond à 0.001 d'oxygène et à 0,010125 d'acide titanique.

A défaut de cylindres de zinc, on peut très-bien employer des fragments de ce métal, et procéder au titrage sans les retirer de la liqueur. En effet, après qu'ils ont séjourné vingt-quatre heures dans la dissolution, celle-ci est devenue si peu acide que la réduction due à la présence du métal est insensible pendant le temps si court que dure l'opération du titrage. Il faut seulement éviter l'emploi d'un métal trop divisé qui donnerait lieu à une réaction trop vive et pourrait amener une réduction de l'acide niobique. Il ne faut jamais que la température s'élève d'une manière sensible.

Cette méthode, avec laquelle j'ai fait de nombreux essais, m'a donné, dans la plupart des cas, des résultats très-exacts. Mais je ne puis pas cependant la donner comme parfaitement sûre; dans un petit nombre d'essais, en effet, il y a eu ou réduction partielle d'une petite quantité d'acide niobique, ou réduction incomplète de l'acide titanique.

L'erreur dans le premier sens ne pourrait pas être grave sans que l'on en fût averti par la coloration brune de la dissolution. Mais on n'a aucun signe pour reconnaître si la réduction de l'acide titanique a été complète.

On jugera du reste du degré de confiance que l'on peut attribuer à cette méthode par le tableau suivant contenant tous les essais que j'en ai faits, en n'en exceptant que ceux où la coloration brune était manifeste.

Mélange de		Acide titanique
acide niobique.	acide titanique.	trouvé.
0,400	0	0,000
0,507	0	0,004
0,490	0	0,005
0,510	0	0,009
0,469	0,074	0,082
0,397	0,116	0,117
0,507	0,132	0,130
0,372	0,237	0,236
0,149	0,299	0,277
0,152	0,418	0,403
0	0,591	0,585
0	0,506	0,495
0	0,500	0,493

On sait presque toujours si l'acide soumis à l'analyse renferme un grand excès de l'un ou de l'autre des deux acides métalliques. Dans ce cas, il me paraîtrait convenable d'employer un acide chlorhydrique de 1,01 de densité lorsqu'il s'agit de constater la présence d'une petite quantité d'acide titanique dans l'acide niobique, et de recourir au contraire à un acide de 1,02 de densité lorsqu'on a à rechercher la présence d'une faible proportion d'acide niobique dans l'acide titanique.

Je n'ai obtenu aucun résultat satisfaisant de tous les essais que j'ai faits pour transformer cette méthode de dosage en une méthode propre à séparer l'un de l'autre les deux acides métalliques.

A l'occasion de ces expériences, j'ai fait quelques essais relatifs à la composition des oxydes du niobium résultant de sa réduction par le zinc. L'acide niobique étant dissous par l'acide chlorhydrique peut être réduit par le zinc à l'état d'oxyde bleu ou brun. On obtient le premier

lorsque la dissolution renferme aussi peu que possible d'acide chlorhydrique en excès [1]. Dans une liqueur fort acide il se produit toujours l'oxyde brun ; il en est de même dans tous les cas en présence d'acide fluorhydrique.

Je n'ai pas réussi à déterminer la composition de l'oxyde bleu ; en effet, la coloration bleue qui se produit en premier lieu prend peu à peu une teinte sombre qui indique le passage à l'état d'oxyde brun, et à ce moment la réduction est probablement encore très-incomplète, car la liqueur ne décolore qu'une très-petite quantité de permanganate de potasse.

Pour déterminer la composition de l'oxyde brun, j'ai opéré sur le fluoxyniobate de potasse en le faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré et du zinc métallique.

0,992 de fluoxyniobate, correspondant à 0,470 d'acide niobique renfermant 0,1403 d'oxygène, ont été soumis à l'ébullition avec 5 gr. de zinc et de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que tout le zinc eut disparu. Le volume de permanganate de potasse décoloré par cette liqueur a correspondu à 0,046 d'oxygène, soit 32,8 p. 100 de l'oxygène de l'acide niobique.

On a fait un second essai en doublant la quantité de zinc. 1,040 de fluoxyniobate, correspondant à 0,4924 d'acide niobique contenant 0,1470 d'oxygène, bouillis avec 10 gr. de zinc ont décoloré un volume de permanganate correspondant à 0,050 d'oxygène, soit 34,0 p. 100 de l'oxygène de l'acide niobique.

Il paraît d'après cela que l'acide niobique se réduit en

[1] Voyez *Archives*, t. XXIII, p. 178, et *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, p. 15.

oxyde brun en perdant le tiers de son oxygène. Cet oxyde brun serait donc un oxyde intermédiaire de composition assez compliquée, Nb^3O^5.

Analyse de l'Aeschynite.

MM. Plantamour et Delafontaine ayant eu la bonté de me donner quelques cristaux de ce rare minéral, j'ai pu en faire plusieurs analyses et obtenir ainsi une suffisante quantité des acides métalliques qu'il contient pour en étudier la nature.

Ces cristaux ont été d'abord réduits en petits fragments, et par un triage très-minutieux à la loupe, j'en ai écarté toutes les parcelles provenant de la surface et présentant quelques traces de gangue. La matière pure a été réduite en poudre fine. Sa couleur est d'un gris brunâtre; sa densité de 5,23.

Séchée à 100 degrés, elle perd 0,9 p. 100 de son poids environ à la température du rouge sombre, en prenant une teinte plus claire. Si on la chauffe alors au rouge vif, elle présente un phénomène d'ignition très-marqué, en subissant une nouvelle perte de poids. Elle offre après cela une couleur de rouille. La quantité d'eau totale chassée par cette forte calcination a varié de 1,05 à 1,10 p. 100.

J'ai fait une première analyse de ce minéral en suivant la méthode ordinaire, c'est-à-dire par la fusion avec le bisulfate de potasse. Mais il m'a paru que cette méthode, très-convenable pour l'analyse des minéraux qui ne renferment que les acides du niobium et du tantale, est fort incommode pour ceux qui contiennent en outre de l'acide titanique. En effet, dans ce cas, lorsqu'on traite par l'eau

chaude, une proportion notable des acides métalliques se redissout, et on les retrouve plus tard avec toutes les bases, ce qui en rend la séparation très-difficile.

J'ai essayé en conséquence d'employer, pour attaquer ce minéral, une autre méthode qui m'a donné des résultats très-satisfaisants. Elle consiste à le fondre avec deux fois son poids de fluorhydrate de fluorure de potassium : cette attaque se fait avec la plus grande facilité ; elle est terminée en quelques minutes, et est complète lors même que le minéral n'a point été réduit en poudre très-fine. La matière refroidie est traitée par l'ébullition avec de l'eau acidulée par l'acide fluorhydrique qui dissout tous les acides métalliques à l'état de fluosels de potassium et laisse les bases à l'état de fluorures insolubles. On parvient assez promptement par le lavage à enlever à ces derniers tous les fluosels métalliques solubles, mais il faudrait un lavage très-prolongé pour arriver à ce que l'eau n'enlève plus rien ; cela tient à la formation d'un fluorure double de fer et de potassium excessivement peu soluble. Il est sinon impossible, au moins superflu de chercher à le faire passer en totalité dans les eaux de lavage.

Les fluorures terreux insolubles sont décomposés par l'acide sulfurique concentré, l'excès de cet acide est chassé par l'évaporation, le résidu se redissout complétement dans l'eau. La dissolution, suffisamment étendue, est précipitée par l'ammoniaque ; la chaux seule reste en dissolution ; on la précipite à l'état d'oxalate. Je n'ai point trouvé de magnésie, pas plus que les chimistes qui se sont déjà occupés de l'analyse de l'Aeschynite. Le précipité formé par l'ammoniaque est redissous par l'acide chlorhydrique, la liqueur évaporée presque à sec pour

chasser l'excès d'acide, puis étendue d'eau et précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. Il ne reste en dissolution que quelques traces de fer que l'on précipite par l'ammoniaque. Les oxalates terreux sont calcinés et pesés.

Pour analyser ce mélange de terres, je l'ai fondu avec du bisulfate de potasse, redissous dans l'eau bouillante, puis j'y ai ajouté du sulfate de potasse, de manière à en saturer la liqueur, le précipité a été lavé avec une dissolution du même sel. L'yttria demeure dissoute, on la précipite par la potasse. Les sulfates doubles sont redissous par l'ébullition avec de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis leur dissolution est précipitée par l'ébullition avec de la potasse caustique. Le précipité lavé est redissous par l'acide chlorhydrique, la liqueur évaporée à siccité, le résidu redissous dans l'eau et traité par l'ébullition avec de l'hyposulfite de soude pour précipiter la thorine. Enfin, dans la liqueur filtrée, on précipite les oxydes de cérium, de lanthane et de didyme par l'ébullition avec la potasse caustique.

Quant à ces trois derniers oxydes, après les avoir dosés simultanément dans toutes mes analyses, je me suis borné à traiter en une seule fois tout ce que j'en avais obtenu, par l'acide azotique très-étendu, pour déterminer approximativement la proportion d'oxyde de cérium contenue dans ce mélange.

Je reviens à la dissolution des fluosels métalliques. Dans la crainte qu'une certaine quantité de fluorures terreux n'eût été dissoute par la grande quantité d'eau employée à leurs lavages ou par l'excès d'acide fluorhydrique, je l'ai évaporée à siccité. La masse desséchée, et n'exhalant plus l'odeur de l'acide fluorhydrique, a été reprise par l'eau bouillante ; il est resté un très-faible

résidu qui n'était guère formé que d'un fluorure double de fer et de potassium excessivement peu soluble. Décomposé par l'acide sulfurique, redissous dans l'eau et précipité par l'acide azotique, il a donné une trace de terres qui ont été réunies à celles qui avaient été obtenues dans la première opération. L'oxyde de fer a été précipité par l'ammoniaque.

La dissolution des fluosels ne contenant plus d'acide fluorhydrique en excès, on y a fait passer un courant d'hydrogène sulfuré qui a précipité une très-petite quantité de sulfure d'étain. Ce sulfure a été recueilli et converti en oxyde par le grillage.

La liqueur filtrée a été évaporée à siccité avec de l'acide sulfurique, puis on a fait bouillir le résidu avec de l'eau contenant de l'acide sulfureux (pour faciliter la dissolution du fer) jusqu'à élimination complète de cet acide gazeux. La presque totalité des acides métalliques demeure insoluble. La liqueur filtrée, avec les eaux de lavage, a été neutralisée aussi exactement que possible par l'addition d'ammoniaque sans cependant y déterminer un précipité permanent, puis on y a ajouté de l'hyposulfite de soude qui sépare une très-petite quantité d'acide métallique demeurée en dissolution. Enfin, on a fait passer dans la liqueur un courant de chlore et l'on a précipité par l'ammoniaque quelques traces d'oxyde de fer.

J'ai obtenu pour résultat moyen de quatre analyses, bien concordantes entre elles, les nombres suivants, que je rapproche de ceux indiqués par M. Hermann dans sa dernière analyse[1].

[1] *Journal für praktische Chemie*, tome XCIX, p. 289.

		Hermann.
Acides métalliques	51,45	47,35
Acide stannique	0,18	»
Thorine	15,75	22,91
Protoxyde de cérium	18.49	15,96
Oxyde de lanthane et de didyme.	5,60	
Yttria	1,12	5,30
Oxyde ferreux	3,17	6,00
Chaux	2,75	1,50
Perte par calcination	1,07	1,70
	99,58	100,72

La différence la plus importante, sinon la plus apparente, entre ces résultats, est relative à la proportion des acides métalliques. Dans mes quatre analyses, j'ai trouvé 51,15 à 51,75. Je crois que par la fusion du minéral avec le fluorure de potassium, ces acides sont beaucoup mieux séparés des bases que par l'attaque au bisulfate de potasse.

On remarquera une différence encore plus forte en apparence dans les proportions relatives de la thorine et des oxydes du cérium. Mais la méthode de séparation de ces oxydes par l'hyposulfite de soude ne permet pas d'obtenir la totalité de la thorine ; une portion de cette terre demeure en dissolution avec les oxydes du cérium, et il faudrait, suivant M. Hermann, pour l'évaluer, faire une analyse comparative dans les mêmes conditions sur un mélange artificiel de thorine et des oxydes du cérium composé à peu près dans les mêmes proportions. Je n'ai pas essayé de faire cette correction, la détermination de ces bases n'ayant pour moi qu'un intérêt fort secondaire [1].

[1] M. Hermann annonce que la quantité de thorine qui demeure en

J'arrive maintenant aux essais auxquels j'ai soumis les acides métalliques obtenus par ces analyses.

J'en ai d'abord déterminé la densité, que j'ai trouvée de 4,265. Ce nombre, précisément intermédiaire entre les densités de l'acide niobique et de l'acide titanique m'a confirmé dans mon opinion que c'était bien un mélange de ces deux acides. J'ai cherché à en déterminer les proportions relatives par les deux méthodes que j'ai indiquées au commencement de ce mémoire.

1gr,023 ont été fondus avec 5gr de carbonate de soude. Le produit a été soumis à l'ébullition avec 1 litre d'eau; la liqueur filtrée précipitée par l'ébullition avec l'acide sulfurique a donné 0,564 d'acide, soit 55,13 p. 100, ce qui indique 55,6 p. 100 d'acide niobique et 44,4 d'acide titanique dans le mélange.

Un second essai semblable, sur 1gr,035 d'acide a donné :

Sel de soude insoluble...	0,514 = 49,66 p. 100
Acide dissous...........	0,603 = 58,26 p. 100

ce qui correspondrait à 56,3 p. 100 d'acide niobique.

Deux autres essais ont été faits par la seconde méthode, en fondant 0,5 d'acide avec 1,5 de fluorhydrate de fluorure de potassium, dissolvant dans 250 cent. cubes d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,015 et titrant par le permanganate de potasse après réduction par le zinc. D'après la quantité de permanganate employée, la proportion d'acide titanique serait de 39,8 et de 41,6 p. 100.

dissolution est d'environ $^1/_{1200}$ du poids de la liqueur. Si l'on admet ce chiffre, il y aurait environ 3 pour 100 à ajouter au poids de cette terre et à retrancher à celui de l'oxyde de cérium.

J'ai donc obtenu par ces quatre essais :

Acide niobique ...	55,6	56,3	60,2	58,4
Acide titanique ...	44,4	43,7	39,8	41,6

L'accord est encore loin d'être satisfaisant, et je n'oserais prendre la moyenne de ces résultats comme indiquant avec une grande approximation la proportion relative des deux acides. Il semble cependant que ces résultats rendent très-vraisemblable que ces proportions sont exprimées par le rapport $2Nb^2O^5 : 5TiO^2$ qui exigerait 56,96 d'acide niobique et 43,04 d'acide titanique.

J'ai essayé précédemment[1] de déterminer les proportions relatives d'acide niobique et d'acide titanique contenues dans l'Euxénite, par la cristallisation de leurs fluosels de potasse, et j'ai obtenu pour 100 parties de ces acides :

Acide niobique.....	49,1
Acide titanique.....	43,7
Perte.............	7,2
	100

Il est probable que, dans cette séparation, la perte a dû porter surtout sur l'acide dont le fluosel est le plus soluble, c'est-à-dire sur l'acide niobique. Je crois donc pouvoir admettre que les proportions relatives de ces deux acides sont les mêmes dans l'Aeschynite et dans l'Euxénite, et que ces deux minéraux, dont les formes cristallines offrent d'ailleurs une grande analogie, ne diffèrent que par la nature et les proportions relatives des diverses bases qui se remplacent les unes les autres. Ces deux espèces me paraissent pouvoir être représentées par la formule :

$$5\,(RO, Ti\,O^2) + 2\,(2\,RO, Nb^2\,O^5).$$

[1] *Archives*, janvier 1866, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4me série, tome VIII, p. 74.

Enfin je rapporterai les essais auxquels j'ai soumis les acides métalliques de l'Aeschynite pour bien constater leur nature.

Un premier essai a été fait sur 1 gramme de ces acides que j'ai dissous par l'acide fluorhydrique et auquel j'ai ajouté un poids de fluorure de potassium calculé de manière à transformer exactement ces acides en fluotitanate et en fluoxyniobate. Par des concentrations successives et par cristallisation, j'ai partagé le produit en cinq portions qui ont offert complétement l'apparence des cristaux en lames rhomboïdales de ces deux sels isomorphes. Le premier avait la solubilité ($^1/_{80}$) et la composition du fluotitanate, le dernier, la solubilité ($^1/_{13}$) et la composition du fluoxyniobate. Les acides retirés de ces cinq sels successifs ont été essayés par l'ébullition avec l'acide chlorhydrique et l'étain métallique [1]. Ceux des deux premiers sels ont donné la couleur rose violacée caractéristique de

[1] Suivant M. Hermann (*Journal für praktische Chemie*, tome XCIX, p. 287), la réaction la plus caractéristique de l'acide de l'Aeschynite, et généralement de l'acide ilménique, serait la coloration brune qu'il produit dans cette circonstance, tandis que l'acide niobique se dissout avec une belle couleur bleue. Je ferai remarquer que cette assertion de M. Hermann est en contradiction avec les anciennes observations de M. de Kobell. En effet, ce savant, qui a étudié jadis avec beaucoup de soin cette réaction, a signalé les acides de l'Aeschynite et de l'Euxénite comme se dissolvant avec la couleur bleue par l'ébullition avec l'étain et l'acide chlorhydrique.

D'ailleurs je ne saurais attacher une très-grande importance à cette réaction que j'ai toujours trouvée assez capricieuse. Elle exige un certain degré de concentration de l'acide. Avec un acide trop faible, l'acide niobique prend une couleur gris-bleu sale et ne forme point, par l'addition d'eau, une dissolution bleue. Avec un acide trop concentré, la coloration est brune. Enfin de petites quantités d'oxydes métalliques étrangers peuvent aussi déterminer cette dernière coloration.

l'acide titanique, les trois derniers la couleur bleue pure, comme l'acide niobique.

J'ai traité une seconde fois 3gr,58 d'acide que j'ai converti en fluosel, et j'ai cherché à obtenir aussi purs que possible le fluotitanate et le fluoxyniobate de potasse. Il m'a paru avantageux pour cela de faire cristalliser ces sels en présence d'un grand excès d'acide fluorhydrique. Par là le fluoxyniobate est transformé en fluoniobate, et celui-ci n'étant point isomorphe avec le fluotitanate, ce dernier, beaucoup moins soluble, se sépare en très-grande partie à un assez grand degré de pureté. On obtient plus tard le fluoniobate en mamelons de cristaux aciculaires; il se transforme facilement en fluoxyniobate par une nouvelle dissolution et cristallisation.

Négligeant les portions intermédiaires et la petite quantité d'acide restée dans les eaux-mères, j'ai obtenu ainsi deux sels purs renfermant la plus grande partie de l'acide brut soumis à ce traitement, savoir :

1° 4gr,058 (après dessiccation à 150 degrés) d'un sel lamellaire, soluble dans 88 parties d'eau à 18 degrés; il a donné à l'analyse :

			Calculé.
Acide métallique	33,51	32,83	33,61
Sulfate de potasse....	71,67	72,30	72,20

C'est donc exactement la composition du fluotitanate de potasse. L'acide extrait de ce sel donnait avec l'étain et l'acide chlorhydrique la couleur rose violacée. Fondu avec le carbonate de soude et repris par l'eau bouillante, il est resté presque en entier dans le résidu insoluble.

Ce premier produit correspond à 1gr,364 d'acide titanique.

2° 3gr,026 (également après dessiccation) d'un sel

cristallisé en lames rhomboïdales, soluble dans 12,5 parties d'eau. Son analyse a donné :

Acide métallique....	61,55 p. 100	(Calculé 61,48)
Sulfate de potasse...	47,24 p. 100	(Calculé 47,35)

Ce sel a donc exactement la solubilité et la composition du fluoxyniobate de potasse. L'acide qui en a été extrait, fondu avec du carbonate de soude et repris par l'eau bouillante, se dissout complétement. La densité de cet acide a été trouvée de 4,526, ce qui s'accorde aussi parfaitement avec la densité de l'acide niobique.

Je crois donc pouvoir conclure de toutes ces expériences que l'acide de l'Aeschynite est formé, en totalité probablement, mais certainement pour la plus grande partie d'acide titanique et d'acide niobique, et que rien ne me paraît pouvoir y faire supposer l'existence d'un nouvel acide, l'acide ilménique, ainsi que l'admet M. Hermann.

OBSERVATIONS

SUR LE

CRATÈRE LUNAIRE DE LINNÉ

DANS LE MARE SERENITATIS

PAR

M. THURY

Le petit cratère de Linné, dans le *Mare serenitatis*, a été signalé comme un de ceux dans lesquels des changements notables se sont produits récemment. J'ai cherché à suivre l'aspect de ce cratère pendant la dernière lunaison, sans préoccupation des observations déjà faites, lesquelles à cette heure me sont encore inconnues.

Dans le lieu que devrait occuper ce cratère, vers le bord oriental de la grande plaine connue sous le nom de *Mare serenitatis*, on voit aujourd'hui une tache blanche de forme ronde ou un peu allongée transversalement, et dont le diamètre est à peu près égal à celui du cratère dont elle a pris la place.

Les bords de cette tache se terminent d'une manière un peu vague, et sa surface, d'un blanc de craie, paraît être légèrement convexe, le côté opposé à la direction des rayons solaires étant le moins éclairé, à l'inverse de ce qui aurait lieu s'il s'agissait d'une dépression cratériforme.

J'ai vu le Linné avec ces caractères dans les soirées du 8, 9 et 11 juillet. Plus tard, et lorsque la lune passant

au méridien après minuit la direction des ombres lunaires se trouve intervertie, le côté le moins brillant de la tache, qui était précédemment à droite (dans la lunette qui renverse) devrait se montrer à gauche si la tache était convexe ainsi que nous l'avions supposé. Mais le 21 juillet, à 3 $^1/_2$ heures du matin, par un beau ciel, l'éclat de la tache paraissait être sensiblement égal dans toutes les directions à une même distance du centre; seulement le centre était un peu plus brillant que les bords, et paraissait offrir une dépression ayant pour diamètre un peu moins du tiers de l'ancien cratère.

Je n'ose cependant pas répondre entièrement de cette dernière observation, car bien que le ciel fût assez favorable le 21 juillet, la dimension des objets est si faible, qu'elle répond presque à la limite du pouvoir de l'instrument de force moyenne dont je faisais usage. De plus, au moment qui eut été le plus convenable pour l'observation, lorsque Linné entrait dans la lumière, le ciel était couvert de nuages.

Le cratère de Linné a, d'après la grande carte de Mædler, environ $\frac{1}{345}$ du diamètre lunaire, soit à peu près 10 kilomètres (un peu plus de 2 lieues de 25 au degré) de diamètre extérieur, et 5 $^1/_2$ kilomètres de vide. La tache blanche qui le remplace aurait, d'après mes mesures imparfaites, $\frac{1}{265}$ du diamètre lunaire, soit 13 kilomètres de largeur; elle surpasserait donc la dimension du cratère d'environ un tiers.

Malgré la petitesse de ces dimensions, je puis reconnaître dans la même plaine, et dans le voisinage de Linné, de petits cratères dont la cavité est parfaitement visible, et dont le diamètre n'est guère que $^1/_3$ de celui de Linné. J'ai noté dans la même région quatre petits cratères qui

ne sont pas indiqués dans la grande carte de Mædler ; il n'est donc pas douteux que si le cratère de Linné existait encore sous la forme dessinée dans la carte de Berlin, il ne fût parfaitement visible à l'aide de l'instrument employé, qui était une lunette de Merz de Munich, de 4 $^1/_2$ pouces d'ouverture et 2 mètres de distance focale, grossissant 206 et 305 fois, à peu près de même force que celle dont avaient fait usage Beer et Mædler (*Bibl. Univ.*, 2me série, t. XIII, p. 370).

Dans l'observation du 21 juillet ci-dessus mentionnée, au premier coup d'œil jeté dans l'instrument, je vis tous les creux de la surface lunaire en relief, et toutes les parties saillantes en creux. Cela arrive quelquefois lorsque l'observateur est fatigué ; mais après quelques moments, ou bien par l'emploi de grossissements plus faibles, le relief naturel reparaît pour tous les grossissements. Lorsque tous les petits cratères du *Mare serenitatis* se montraient à moi comme des boutons saillants, la tache blanche de Linné ne laissait voir aucune apparence de creux ou de relief bien appréciable.

L'interprétation la plus vraisemblable des faits qui viennent d'être rapportés serait peut-être d'admettre qu'une matière de couleur blanche, à l'état pulvérulent ou fluide, s'est élevée du fond du cratère jusqu'à le remplir entièrement et déverser par-dessus ses bords ; plus tard, un affaissement partiel de la matière éruptive a donné lieu à la dépression centrale. Le défaut de netteté des bords de la tache résulterait de l'existence de coulées distinctes que la lunette ne montre pas, ou bien d'une dissémination graduellement décroissante de la substance éruptive.

On distingue, dans la même plaine du *Mare serenitatis*,

six à huit taches blanches plus ou moins semblables à celles de Linné et qui ont peut-être la même origine.

Beer et Mædler signalent des objets lunaires qui ressemblent beaucoup au Linné actuel. « Il y a, disent-ils, dans la Mer des Nuages et dans la partie nord de l'Océan des Tempêtes, plusieurs cratères de 1 à 1 $^1/_2$ mille de diamètre, environnés d'un espace brillant qui n'est pas subdivisé en rayons..... s'étend à 4 ou 6 milles, et se perd insensiblement dans la surface sombre qui l'entoure. »

D'un autre côté, plusieurs grands cratères de la lune, tels que celui d'Aristarque, sont entièrement revêtus à l'intérieur de cette même substance d'un blanc de craie, dont l'éclat presque phosphorescent avait fait penser à William Herschell qu'il existe des volcans en activité sur la face de notre satellite.

Sur un détail de la surface lunaire qui n'est pas indiqué dans la grande carte de Beer et Mædler. — Entre le cirque de Campanus et le *Mare humorum* sont quatre *rilles* à peu près parallèles, bien marquées dans la carte de Berlin. Mais la troisième de ces *rilles*, en comptant à partir de Campanus, se termine à son extrémité nord par une sorte de bifurcation à contour plus ou moins parabolique, dont l'intervalle offre un aspect inégal ou rugueux, comme si toute cette localité était couverte de blocs jonchant le sol. C'est ce que nous avons appelé la *plaine des rocailles*.

OBSERVATIONS

SUR LES

VÉSICULES AÉRIFÈRES DES UTRICULARIA

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER

Le genre Utricularia renferme des plantes aquatiques que nous trouvons dans les eaux stagnantes des fossés, des marais, etc. Les feuilles sont submergées et divisées en fines lanières munies de vésicules ou d'utricules (*Asci*). Voici le rôle que De Candolle attribue à ces petits organes.

Ces utricules sont arrondis et munis d'une espèce d'opercule mobile. Dans la jeunesse de la plante, ils sont pleins d'un mucus plus pesant que l'eau, et la plante, retenue par ce leste, reste au fond. Vers l'époque de la floraison, les feuilles sécrètent un gaz qui entre dans les utricules, et chasse le mucus en soulevant l'opercule; la plante, munie alors d'une foule de vessies aériennes, se soulève lentement, et vient flotter à la surface; la floraison s'y exécute à l'air libre; dès qu'elle est achevée, les feuilles recommencent à sécreter du mucus; celui-ci remplace l'air des utricules; la plante redevient plus pesante et redescend au fond de l'eau, pour y mûrir les graines au lieu même où elles doivent être semées[1].

Malgré les travaux de Göppert[2], Benjamin[3], Schlei-

[1] De Candolle, *Physiologie végétale*, t. II, p. 87.

[2] *Botanische Zeitung*, 1847, p. 721. Je n'ai pas lu ce travail.

[3] *Botanische Zeitung*, 1848, p. 17.

den [1], Schacht [2], Reinsch [3], etc., on n'est pas encore complétement d'accord sur l'origine et la signification morphologique des vésicules aérifères des Utricularia. La plupart des botanistes les regardaient, avant les travaux que je viens de mentionner, comme une modification du parenchyme des feuilles qui suit les nombreuses ramifications des nervures sous forme d'une bande étroite, et qui se dilate de temps en temps en produisant ainsi les utricules [4].

Schleiden, qui a étudié le développement de ces petits organes, les a vu apparaître à l'angle des divisions de la feuille sous forme de petits corps qui, semblables à des cornets, se trouvaient supportés par des pédicules courts. Le côté inférieur du cornet et le bord inférieur de son ouverture, qui elle-même ne s'agrandit guère, se développent beaucoup plus que le reste; de telle sorte que l'utricule complet forme un petit corps arrondi, comprimé latéralement, se prolongeant à sa face supérieure d'un côté dans le pédicule, et présentant de l'autre côté une ouverture en forme d'entonnoir faisant saillie vers l'intérieur de l'utricule; l'ouverture extérieure de cet entonnoir est fermée par une garniture de poils qui forment une barbe attachée au bord supérieur. La partie intérieure de la surface de l'entonnoir est garnie de poils aux formes variées et élégantes, disposés d'une manière parfaitement régulière. Toute la surface intérieure

[1] *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 388, IV. Aufl.

[2] *Beiträge zur Anatomie und Physiologie*, 1854, p. 28.

[3] *Denkschriften der k. Bair. bot. Gesellschaft*, 1859, Band IV, 153. Je n'ai pas pu me procurer ce travail. Paul Reinsch, das *Mikroscop*, 1867.

[4] Dr G. W. Bischoff, *Lehrbuch der Botanik*, 1834, I, 167.

de l'utricule porte également des poils composés de deux cellules dont chacune se prolonge en deux appendices de longueur inégale (Schleiden, loc. cit.).

Benjamin explique la formation des utricules en admettant un arrêt de développement dans quelques segments de la feuille ; au lieu de s'allonger, ils s'étendent en largeur ; on voit se former à leur base un étranglement sous forme d'un col étroit, et ils se présentent alors comme de petits corps globuleux attachés à la nervure de la feuille par un court pédicule. On peut, d'après Benjamin, poursuivre les différentes phases de la formation des utricules sur une seule feuille à partir de la base vers le sommet. L'utricule, d'abord rempli de cytoblastème (Protoplasma), devient par la résorption rapide de ce liquide, un véritable réservoir d'air. En s'étendant ensuite dans toutes les directions, l'utricule prend peu à peu sa forme définitive qui ressemble à peu près à celle d'un estomac ; le pédicule se trouve au pylore, l'ouverture au cardia ; les deux parois comprimées latéralement se joignent comme dans une suture à la *Curvatora major.* L'ouverture de l'utricule complet est, d'après Benjamin, garnie d'une valvule tournée en dedans. Cette valvule se montre déjà dans les premières phases de l'utricule, comme une bande transversale foncée (Schacht, Beiträge, 28).

Schacht (loc. cit.) démontre que ni Schleiden, ni Benjamin n'ont observé la première phase histogénique des utricules. Les organes des Utricularia appelés feuilles par la plupart des botanistes, sont regardés par Schacht comme des rameaux feuillés qui, dans leur jeune âge, sont enroulés en crosse vers leur sommet, comme les frondes des fougères ; sous ce sommet il se forme succes-

sivement de nouvelles feuilles, à l'aisselle desquelles on voit apparaître aussitôt un petit corps de forme conique, composé de petites cellules, semblable au commencement d'un bourgeon ; ce petit corps présente bientôt vers son extrémité arrondie une petite excavation produite par un arrêt de développement des cellules du sommet : le bord ainsi formé s'élève de plus en plus et le petit corps cellulaire, d'abord sessile, montre bientôt après, à sa base, un prolongement en forme de pédicule.

Les parois latérales du jeune utricule se développent de plus en plus, la cavité aérifère qu'elles entourent devient toujours plus grande ; les bords des parois latérales s'inclinent l'un vers l'autre et se replient en dedans ; la cavité ouverte dans l'origine se ferme. L'ancienne ouverture présente, en effet, une valvule formée par un repli du bord de l'embouchure. La barbe qui, d'après Schleiden, ferme cette ouverture, se forme plus tard à sa surface extérieure. Après cette description de la formation des utricules, accompagnée des beaux dessins auxquels on est habitué dans les travaux de Schacht, cet auteur fait mention des changements de couleur qu'on observe dans ces organes ; fait déjà observé par Göppert. Il décrit également les singuliers poils que l'on trouve sur la surface utriculaire intérieure ; ces poils se composent de cinq cellules : l'une forme la base, deux s'étalent presque horizontalement, tandis que les deux autres font saillie dans l'intérieur de l'utricule. La cellule basilaire de ces poils, de même que celles qu'elle supporte sont le résultat de la division d'une petite cellule qui dans le jeune âge de l'utricule apparaît comme un petit bouchon dans les canaux intercellulaires.

D'après ce qui précède, Schacht conclut que les utri-

cules des Utricularia sont une modification des ramifications de l'axe et non des feuilles.

Au mois d'avril 1867, j'ai étudié la formation des utricules sur l'*Utricularia minor* prise dans les marais de Jogny au-dessus de Vevey. Schacht, qui a étudié la formation des utricules sur l'*Utricularia vulgaris* admet comme règle leur formation à l'aisselle des feuilles, et il en induit leur analogie avec des bourgeons. On voit, en effet, apparaître entre les ramifications des feuilles de petits corps composés de cellules ; ils présentent une forme conique avec leur extrémité libre légèrement arrondie. Ces petits corps, d'abord complétement sessiles, s'élèvent bientôt sur un petit pédicule, dont les cellules se différencient ensuite en une couche extérieure correspondant à la couche de parenchyme qui suit les nervures de la feuille laciniée, tandis que les cellules intérieures du pédicule se mettent en communication avec le tissu qui forme les nervures dont elles semblent être plus tard une continuation. Pendant que le pédicule devient ainsi un prolongement d'un segment de feuille, le petit corps globuleux qu'il supporte nous apparaît comme une portion de parenchyme de cette même feuille. Les parois du petit corps cellulaire dont l'extrémité se creuse d'abord en forme de godet, se développent, tandis que le fond reste stationnaire ; ces parois finissent par se rejoindre et par former ainsi une cavité close. Dans les utricules ainsi formés sur l'*Utricularia minor,* l'on voit vers la soi-disant embouchure, des prolongements ou appendices penniséqués, semblables aux segments capillaires des feuilles proprement dites ; de telle sorte que l'utricule parfait apparaît comme une expansion du parenchyme de la feuille appuyée sur une nervure qui se

prolonge et se ramifie au delà de l'utricule. L'extrémité d'abord ouverte, se ferme à la suite par deux replis inégaux des parois; il se forme ainsi une sorte d'entonnoir tapissé de poils, au fond duquel les replis se montrent comme deux bandes foncées portant des poils linéaires, tandis que ceux qui se trouvent à l'entrée sont ordinairement capitulés.

Si les utricules au commencement de leur formation se montrent à l'angle des segments de feuilles, cette position est bien loin d'être constante, lorsque nous les examinons dans des phases plus avancées, où la feuille elle-même s'est modifiée.

Les globules pédicellés de Benjamin se trouvent souvent bien loin de l'angle des segments; sur l'*Utricularia minor*, on les voit même quelquefois à l'extrémité des divisions de la feuille. Nous ne pouvons donc pas de leur position inférer leur analogie avec des bourgeons. On comprendra facilement, d'après ce qui précède, que les globules pédicellés de Benjamin et les petits corps en forme de cornet de Schleiden, ne sont autre chose que des phases intermédiaires, entre les premiers commencements de l'utricule et sa forme définitive.

L'examen anatomique de l'utricule parfait nous confirme encore dans notre manière de voir. Les parois de l'utricule se composent de deux couches de cellules anguleuses, colorées d'abord d'un vert très-clair. Dans les canaux intercellulaires, l'on voit dans les premiers temps de petites cellules coniques qui se terminent au dedans et au dehors par une petite cellule arrondie; la cellule intérieure forme plus tard la base des poils quadrifides dont nous avons déjà décrit la formation d'après Schacht.

Cet auteur ne mentionne pas les cellules extérieures

que l'on voit toujours en grand nombre, même sur les jeunes utricules de l'*Utricularia minor* sous forme de petits globules aplatis, qui plus tard sont souvent divisés en deux; ces globules se rencontrent également sur les autres parties de la feuille segmentée, où ils apparaissent sous forme de petits champignons dont le stipe s'enfonce entre les cellules du parenchyme; le globule extérieur se remplit plus tard d'une matière brune. Schleiden (Grundzüge, 4me édit. 397) a observé les cellules aplaties à l'extérieur des utricules, mais il ne les mentionne pas sur les feuilles, et cependant leur présence sur la feuille proprement dite me semble précisément une preuve de plus que l'utricule n'est qu'une modification et une expansion du parenchyme. Les poils quadrifides qui garnissent l'intérieur des utricules présentent une certaine ressemblance avec les poils étoilés qui se trouvent sur la surface intérieure des canaux aérifères des pétioles des Nymphéacées.

Les méats intercellulaires des feuilles d'Utricularia renferment beaucoup de gaz, ce qui les fait apparaître en noir sous le microscope; cette bande noire se prolonge à travers le pédicule jusqu'à l'utricule. Dans des plantes exposées à la lumière, j'ai souvent observé un fort dégagement de gaz (oxygène) dont les bulles s'élevaient dans l'eau pendant un temps prolongé, formant un filet gazeux presque continu; ces bulles de gaz se dégageaient à l'angle de deux segments de feuilles, non loin d'un utricule; des bulles semblables se dégagent également à l'extrémité des segments capillaires des feuilles.

Quant aux cellules en forme de champignons, dont le chapeau un peu étranglé vers le milieu est souvent partagé en deux, elles me semblent occuper la place des stomates et jouer le rôle de glandes; elles présentent en effet

une grande analogie avec les glandes qui se trouvent à la surface de la base des feuilles visqueuses de *Pinguicula vulgaris;* ces glandes se terminent également à leur partie supérieure par un petit chapeau brun, bombé, semblable à celui d'un petit champignon, tandis que la tige est incolore, comme dans les organes correspondants des Utricularia. Le mucilage qui recouvre la surface des feuilles de Pinguicula correspondrait à son tour à celui qui remplit la cavité des jeunes utricules.

Nous avons déjà vu que les utricules présentent au commencement une couleur d'un vert extrêmement pâle; plus tard la couleur verte devient plus prononcée. Des Utricularia prises dans les marais de Jogny, le 18 octobre 1866, présentaient encore un petit nombre d'utricules verts; mais la plupart étaient colorés en violet ou en bleu très-foncé.

Dans ces utricules colorés, les cellules anguleuses, ordinairement hexagonales de la couche intérieure, renferment un liquide coloré passant du rose lilas au violet bleu; ces cellules ressemblent alors à des vitres peintes, entourées d'un mince filet d'argent. Les cellules qui ferment les canaux intercellulaires étaient ou rouges ou d'un bleu foncé; autour d'elles s'étendait entre les cellules anguleuses une teinte rougeâtre. A cette même époque (octobre 1866), j'ai trouvé dans les segments des feuilles, à côté des cellules vertes renfermant des graines de chlorophylle, des cellules dont le contenu liquide était d'un rouge pâle. Les cellules de la couche extérieure des utricules renferment des grains de chlorophylle groupés vers la paroi, tandis que l'intérieur est incolore. Les cellules en forme de champignon ont le chapeau déjà coloré en brun.

Ce changement de couleur qui s'opère dans les cel-

lules des parois utriculaires, où nous voyons le vert passer au rose, lilas, violet et bleu, dépend évidemment d'une action chimique qui se trouve en rapport avec le contenu et les fonctions des utricules. Il faut d'abord observer que la coloration des cellules intérieures est due à un liquide, tandis que les grains de chlorophylle ont disparu ou n'existent pas. Ces grains paraissent avoir subi à la fois l'action d'un dissolvant et d'un agent chimique qui a changé leur couleur [1].

On attribuait généralement la coloration rouge des liquides cellulaires à la présence d'un acide libre, celle en bleu à l'existence d'un alcali. Dans les Utricules de l'*Utricularia minor*, on peut observer toutes les transitions entre le rouge clair et le bleu foncé.

La cavité des utricules renferme au commencement un liquide mucilagineux de réaction neutre ; c'est dans ce liquide qu'on voit apparaître plus tard une petite bulle de gaz qui augmente de plus en plus de volume, tandis que le liquide diminue. On peut s'assurer très-facilement de la présence de ce liquide mucilagineux en changeant la position de l'utricule ; la bulle de gaz tend toujours à gagner la partie la plus élevée en se frayant un passage à travers un liquide visqueux qui lui oppose une certaine résistance. Au mois de juin et de juillet, les vésicules sont presque toutes remplies d'air. La plante s'élève alors jusqu'à la surface de l'eau, et la hampe qui, dans *Utricularia minor*, porte de deux à cinq fleurs d'un jaune pâle, s'élève à l'air, où deux anthères uniloculaires répandent, hors du

[1] M. Micheli, dans un travail intéressant sur la matière colorante de la chlorophylle, fait voir que les acides détruisent la couleur de la chlorophylle et la transforment en jaune ; l'acide sulfurique et chlorhydrique transforment ce jaune en bleu ou en vert ; le baryte agit d'une manière analogue (*Archives des Sciences natur.*, mai 1867).

contact de l'eau, leur pollen sur le stigmate du pistil. La force ascensionnelle ainsi produite est assez considérable. Reinsch (*Mikroscop*) admet qu'en moyenne le contenu d'un utricule (*U. vulgaris*) est égal à 2,57 millimètres cubes et le poids d'un utricule égal à 0,6 milligrammes : la force ascensionnelle pour un seul utricule serait donc égale à 1,964 milligramme. On compte environ 597 utricules sur un rameau principal (Hauptast), dont la force d'ascension s'élève à 0,778 grammes, et en prenant une plante entière, Reinsch obtient une force totale de 4,44 grammes. (En comptant quatre rameaux on obtient 3,112 grammes.) Or le poids d'une hampe de fleurs qui s'élève au-dessus du niveau de l'eau est de 0,295 grammes : il y a donc un excédant de force assez considérable, capable de maintenir les fleurs hors de l'eau pendant tout le temps de la fécondation. Après cet acte, les utricules se remplissent peu à peu de liquide ; le poids spécifique de la plante augmente et elle redescend lentement avec ses fruits mûrissants au-dessous du niveau de l'eau. Les graines sorties de leur capsule uniloculaire tombent dans la vase où elles germent [1].

Nous trouvons chez les auteurs une divergence d'opinion quant à la position des Utricularia dans l'eau avant la floraison. Les uns les regardent comme attachées au fond par de légères racines ; les autres, par exemple Reinsch, les regardent comme des plantes flottantes. Les Utricularia sont réellement attachées au commencement au fond de l'eau ; mais les vésicules aérifères qui se développent sur leurs feuilles, les arrachent douce-

[1] Les graines sont ordinairement stériles ; mais il y a de gros bourgeons reproducteurs qui descendent au fond de l'eau pendant l'hiver. Alph. de Candolle, *Géographie botanique*, t. II, p. 1003.

ment du limon dans lequel s'enfoncent leurs racines filamenteuses, et c'est là où je vois la véritable utilité des utricules, celle d'arracher la plante du fond; car la plante toute seule, sans utricules, flotte très-bien dans l'eau et s'élève vers la surface [1].

Les Utricularia ne sont, du reste, pas les seules plantes chez lesquelles nous voyons de ces mouvements produits par un dégagement de gaz. Chez les *Hottonia, Aldrovanda, Trapa natans,* nous apercevons à l'époque de la floraison des mouvements lents de déplacement de la plante entière, tandis que chez d'autres plantes aquatiques (*Nymphæa, Vallisneria, Ranunculus aquatilis,* etc.), il n'y a que certaines parties qui s'allongent. Chez les Utricularia et Aldrovanda, ce sont des vésicules aérifères qui diminuent le poids spécifique de la plante et qui la font monter en l'arrachant du sol. Chez les Hottonia, on trouve dans les folioles des cellules remplies d'air. Dans les pétioles de *Trapa natans* il se forme avant la floraison des cavités aérifères (Reinsch, loc. cit.).

Quelquefois la plante ne peut décidément pas se détacher du fond; les grains de pollen sont alors préservés d'une autre manière du contact de l'eau.

Voici un exemple assez frappant qui nous fait voir, comme dans les cas précédents, qu'à l'approche de la floraison il y a un dégagement de gaz qui, au lieu de produire un mouvement, joue un rôle plus direct dans la fécondation.

[1] J'avais placé dans un grand bocal de verre une touffe d'Utricularia garnies de vésicules aérifères vertes encore; la plante flottait à la surface de l'eau. Des Lymnées renfermées dans le même bocal rongèrent les plantes et dévorèrent surtout tous les utricules; les Utricularia, ainsi dépouillées de leurs vésicules, se maintenaient toujours à la surface.

Dans le lac d'Escoubous, situé sur le sommet des Hautes-Pyrénées, à 2052[m] au-dessus du niveau de l'Océan, vit une variété fort remarquable de *Ranunculus aquatilis*. Elle y forme des gazons très-étendus amarrés au fond de l'eau par les radicules qui poussent jusqu'à l'extrémité de ses tiges à côté des larges tapis d'un vert noir des Ulves trémelloïdes. Là, contrairement aux lois qui déterminent les plantes aquatiques à chercher l'air libre pour y fleurir et accomplir l'acte de la reproduction, elle demeure constamment immergée, loin des bords où l'âpreté des gelées pourrait la détruire, et loin des grandes profondeurs, où elle ne trouverait plus la lumière nécessaire à sa végétation[1]; elle y étale ses feuilles finement découpées, ainsi que ses corolles blanches à fond doré; elle y est fécondée et se reproduit sans jamais tenter de gagner la surface. On reconnaît la facilité de la fécondation par la présence d'une bulle d'air, née pendant le travail de la végétation, retenue entre les pétales avant l'épanouissement et dans laquelle les Anthères lancent le pollen (Guérin, *Dict. d'hist. nat.*, t. VIII, p. 465). Le dégagement de gaz dans des cavités fermées que nous observons dans un certain nombre de plantes aquatiques avant l'épanouissement de la fleur, se rattache évidemment à ce qu'on est convenu d'appeler la respiration végétale. Pendant ce travail, la plante ne prend pas seulement l'acide carbonique de l'air, ou de l'eau, elle absorbe encore par toutes ses parties de l'oxygène qui se combine avec le carbone de certaines matières végétales avec lequel il forme de l'acide carbonique. L'action chimique de la lumière solaire provoque la décomposition de l'acide

[1] La plante en question ne se trouve ni au bord ni dans les grandes profondeurs, parce qu'elle ne peut pas y exister.

carbonique absorbé, de même que de celui qui s'est formé dans la plante. Le carbone se fixe dans la plante en se combinant avec les éléments de l'eau, des matières azotées, etc. L'oxygène se dégage. Les stomates paraissent jouer un rôle important dans la respiration : cependant, d'après les recherches de Duchartre, il n'existe pas de relation fixe entre le nombre et la grandeur des stomates et les quantités des gaz dégagées au soleil par les plantes. Dans certains arbres qui ont un tissu sec et coriace, il y a rapport inverse entre le nombre considérable des stomates et la faiblesse du dégagement gazeux. Ce qui prouve, du reste, que les gaz exhalés par les plantes ne se dégagent pas seulement par les stomates, c'est qu'on les voit sortir des cellules de l'épiderme de la surface supérieure des feuilles chez des plantes où cette surface n'a point de stomates, lorsqu'on les plonge dans l'eau. Nous avons déjà constaté un semblable dégagement sur les feuilles immergées des Utricularia. Dans les plantes aquatiques entièrement submergées, les feuilles manquent de stomates, l'absorption et l'exhalaison a lieu par toute la surface de l'épiblema. Des expériences faites par MM. Cloez et Gratiolet ont démontré que la décomposition de l'acide carbonique par les parties vertes des plantes submergées ne s'effectue que sous l'influence de la lumière. Dans l'obscurité, il n'y a point d'acide carbonique produit, contrairement à ce qui se passe pour les plantes aériennes. Une certaine température est nécessaire pour la production du phénomène. Lorsque la température est ascendante, il ne commence pas au-dessous de 15°; lorsqu'elle est descendante, il peut continuer jusqu'à 10°. Le gaz produit par la plante contient, outre l'oxygène, une certaine quantité d'azote.

Si nous appliquons ce qui précède aux feuilles des Utricularia, nous les voyons plongées dans une eau ordinairement très-riche en acide carbonique ; ce gaz est absorbé par les feuilles, et sous l'influence de la lumière, l'oxygène et un peu d'azote se dégagent. Dans les segments de feuilles, les gaz se trouvent dans les canaux aérifères qui traversent ces segments ; ils se dégagent sur différents points sous forme de petites bulles. Nous n'avons pas vu sortir de ces bulles à travers les parois des utricules, qui paraissent opposer une certaine résistance à leur dégagement, ce qui pourrait bien exercer une action sur leur expansion. Les utricules, flottant librement dans l'eau, deviennent le siége de phénomènes d'endosmose et d'actions chimiques. Ce travail se fait surtout lorsque l'eau ambiante présente une température de 10 à 15° C. Les utricules renferment au commencement un liquide mucilagineux ; bientôt l'on voit apparaître dans ce liquide une bulle de gaz qui augmente de volume : c'est l'oxygène dégagé sous l'influence de la lumière et de la chaleur qui ont pénétré à travers l'eau jusqu'aux utricules. La plante se dégage de la vase et monte vers la surface ; la sécrétion du gaz devient plus abondante et la hampe florale est soutenue au-dessus du niveau de l'eau. L'oxygène sécrété dans les utricules paraît exercer une action chimique en vertu de laquelle le contenu des cellules des parois subit une transformation et un changement de couleur ; il devient rose, lilas et bleu. L'enveloppe ainsi colorée réagit à son tour sur le travail de l'intérieur des utricules. On sait qu'en effet, dans les organes autrement colorés qu'en vert, par exemple dans les pétales de la corolle, il n'y a plus dégagement d'oxygène, mais absorption d'oxygène et dégagement d'acide

carbonique; ce dernier ne sort pas de l'utricule, mais il se trouve probablement assimilé; l'utricule se remplit de nouveau soit d'une matière mucilagineuse, soit d'eau absorbée par endosmose; la plante augmente de poids et redescend au fond de l'eau[1]. Nous voyons ainsi les utricules jouer le rôle d'organes de respiration et d'appareil hydrostatique. Ces organes n'apparaissent donc pas à un moment donné dans tel ou tel but, mais comme conséquence naturelle de la structure anatomique de la plante et de l'action du milieu ambiant. Je me permettrai d'ajouter ici un passage d'un ouvrage de Schleiden déjà cité (*Grundzüge*, etc.), qui se rapporte à l'idée que je viens d'exprimer :

« Ce qu'il y a d'intéressant au plus haut point dans la vie de la plante, c'est sa dépendance de la vie répandue sur la terre en général. Il faut admettre que dans les forces d'où dépendent les phénomènes météorologiques, la formation des organes et des organismes (Bildungstrieb, etc.), se trouve déjà, comme donnée d'une manière nécessaire, la cause qui fait naître un certain insecte pendant la floraison d'une certaine plante, insecte dont la vie dépend à son tour de la nutrition par le nectar sécrété par cette plante; puis en absorbant ce liquide, l'insecte transporte le pollen sur le stigmate et assure ainsi la continuation de l'espèce végétale qui lui fournit sa nourriture. Lorsqu'on considère la coïncidence des phénomènes pour une plante isolée, elle nous paraît souvent dépendre d'un pur hasard; par exemple, la coïncidence du vent avec la floraison des Abiétinées, de la chute de la pluie

[1] Dans l'obscurité, par exemple dans les utricules qui sont d'un bleu noir, il ne se forme plus d'acide carbonique.

avec celle de l'*Ambrosinio Bassii*[1], du mouvement de l'eau avec l'épanouissement des fleurs de Vallisneria; mais ces coïncidences ne sont que des conséquences nécessaires des mêmes forces primitives qui se sont manifestées dans l'évolution de notre planète. »

L'ensemble des formes dans lesquelles la vie se manifeste sur la terre pendant une époque donnée, nous apparaît ainsi comme une grandiose mosaïque dont les différentes pièces rapportées déterminent réciproquement leur nature.

[1] La spathe de l'*Ambrosinia Bassii* présente la forme d'une nacelle et nage ainsi à la surface de l'eau. Le spadice qui s'élève dans cette spathe la partage en deux parties à l'aide d'une aile membraneuse qui entoure le spadice et qui se trouve soudée à la spathe; le compartiment inférieur renferme les anthères; le compartiment supérieur contient un seul ovaire; entre les deux compartiments il existe une petite ouverture dans la cloison séparatrice. La fécondation ne peut pas avoir lieu si à l'époque de la floraison la pluie ne tombe pas dans la spathe. L'eau remplit alors le compartiment inférieur et son niveau s'élève peu à peu jusqu'à l'ovaire dans le compartiment supérieur; le pollen qui nage à la surface de l'eau vient ainsi en contact avec l'organe qu'il doit féconder.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

BOUSSINGAULT. ACTIONS DÉCOMPOSANTES D'UNE HAUTE TEMPÉRATURE SUR QUELQUES SULFATES. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 10 juin 1867, p. 1159.)

Il arrive assez fréquemment que, dans l'analyse chimique, l'on soit appelé à doser les bases alcalines et alcalino-terreuses à l'état de sulfates préalablement calcinés. M. Boussingault vient de reconnaître qu'il faut éviter de porter la calcination à un rouge trop accusé, ce qui arrive facilement depuis que le gaz a remplacé l'alcool comme moyen de chauffage dans les laboratoires. En effet, les sulfates de magnésie de baryte, de strontiane, de plomb et de chaux perdent complétement leur acide sulfurique quand on les soumet à l'action de la chaleur développée par un bon bec de Bunsen alimenté par un soufflet ou par celle de l'appareil de Schlœsing. Le sulfate de soude, celui de potasse et celui de thallium, exposés à la chaleur blanche, sont volatilisés. Dans la décomposition des sulfates de baryte et de strontiane, il y a aussi volatilisation d'une partie de la base. Plusieurs de ces dislocations paraissent se manifester déjà à un degré de chaleur inférieur au point de fusion.

Lorsqu'on a à doser les substances salines dans les végétaux, il faut prendre en considération la volatilisation des sulfates alcalins, autrement il est à craindre qu'en opérant les incinérations à une température très-élevée, on n'éprouve une perte notable de sels alcalins, particulièrement de ceux de potasse qui sont plus volatils que ceux de soude. M. D.

R. OTTO. PROCÉDÉ FACILE POUR OBTENIR UN OXYDE DE CHROME CRISTALLIN. (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, CXLII, p. 102.)

Un assez grand nombre de procédés ont été publiés pour la préparation de l'oxyde de chrome vert cristallisé ou cristallin. L'auteur préconise le suivant qui lui paraît préférable pour sa simplicité et la facilité avec laquelle il permet d'obtenir telle quantité que l'on veut de l'oxyde en question ; ce procédé est fondé sur la réduction du bi-chromate de potasse par l'hydrogène en chromate neutre et sesqui-oxyde de chrome :

$$2\,Cr^2\,K^2\,O^7 + 6H = 2\,Cr\,K^2\,O^4 + 3\,H^2\,O + Cr^2\,O^3.$$

Le bi-chromate desséché et réduit en poudre est modérément calciné dans un tube en verre peu fusible, placé dans un fourneau, et traversé par un courant lent de gaz hydrogène desséché. La réduction est terminée au bout de peu de temps. Après le refroidissement, on brise le tube et on lessive la masse ; l'eau ayant enlevé le chromate neutre de potasse laisse l'oxyde de chrome en paillettes brillantes qui ont l'éclat des élytres de scarabée. Cet oxyde est insoluble dans les acides ; par une forte calcination sa couleur devient plus foncée. M. D.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA. Esquisse géologique du Canada. Paris, 1867.

Cette brochure, écrite en français à l'occasion de l'exposition universelle, est un court mais excellent résumé des magnifiques travaux des géologues du Canada. La commission géologique, composée de sir William E. Logan, Alexandre Murray, Dr T. Sterry Hunt et E. Billings, a fait depuis quelques années des publications d'une grande importance, parmi lesquelles nous signalons : le *Rapport de Progrès de la*

Commission depuis son commencement jusqu'en 1863 [1], puis le *Report of Progress from 1863 to 1866.*

Ces deux ouvrages remarquables nous donnent la description géologique du Canada et traitent de la géologie au point de vue économique.

Le Canada est entièrement constitué par des terrains dont la formation remonte aux premiers âges du monde. Nous en ferons connaître en peu de mots les principaux caractères.

Le terrain *laurentien inférieur*, composé de schistes cristallins, de gneiss, de quartzite, de conglomérat et de roches pyroxéniques, a une épaisseur totale d'environ 40000 pieds. Longtemps on a cherché en Europe l'analogue de ce terrain. MM. Gumbel et Hochstetter l'ont reconnu en Bavière et en Bohême; l'*urgneiss* (gneiss primitif) de la Scandinavie est probablement de la même époque. M. Murchison y rapporte aussi le gneiss primitif de la côte occidentale de l'Écosse. En Bavière, ce système atteint 90000 pieds d'épaisseur. Il renferme, comme le laurentien d'Amérique, l'Eozoon canadense [2] et d'autres formes organiques indéterminées.

Le laurentien est particulièrement riche en filons et fournit au point de vue de la minéralogie une foule de substances intéressantes.

Le *Labradorien* ou *laurentien supérieur* repose par lambeaux et en stratification discordante sur le laurentien inférieur; il est formé de gneiss avec quartzites et calcaires cristallins et surtout d'anorthosite (roche composée essentiellement d'orthose avec un mélange de pyroxène ayant souvent la forme d'hypersthène).

Le *terrain huronien* présente une série de roches altérées reposant en stratification discordante sur le laurentien supérieur et le laurentien inférieur. Ce sont des quartzites, des schistes chloriteux, des serpentines impures, des diorites

[1] Un volume in-8° de 1043 pages, publié en même temps en anglais et en français et accompagné d'un atlas.

[2] M. le professeur Favre a retrouvé l'Eozoon canadense dans les schistes de la Jungfrau, en Suisse.

et une bande de 300 pieds d'épaisseur de calcaire grenu siliceux. L'épaisseur totale de ce système est de 18000 pieds au bord du lac Huron ; il n'existe pas dans l'est du Canada. Jusqu'à présent on n'y a point reconnu de fossiles ; mais il est riche en minerais métalliques.

Terrains paléozoïques. De grandes oscillations du sol ont divisé ces terrains en deux bassins, l'un oriental, l'autre occidental.

Voici la série complète du silurien inférieur du Canada avec les équivalents anglais indiqués en italiques :

12. Hudson River,
11. Utica,
10. Groupe de Trenton,

correspondant à l'étage de *Caradoc.*

9. Chazy,

appartenant peut-être encore au *Caradoc.*

8. Sillery,
7. Lauzon,
6. Lévis,

formant le groupe de Québec.

5. Calcifère supérieur,

équivalent du *Llandeilo.*

4. Calcifère inférieur,
3. Potsdam supérieur,

correspondant au *Tremadoc.*

2. Potsdam inférieur,
1. Groupe de Saint-John,

analogues des *Lingula flœgs.*

Le bassin occidental contient les formations comprises entre les numéros 2 et 5, 9 et 12; le bassin oriental, celles des numéros 1, 2, 6, 7 et 8; l'île de Terre-Neuve, les formations de 1 à 8.

Ces terrains sont recouverts, dans le bassin oriental, par le silurien moyen, les grès, les schistes et les calcaires renfermant les fossiles du silurien supérieur, puis par 7000 pieds de schistes dévoniens caractérisés par une flore remarquable.

Enfin, une série de grès et de conglomérats, nommée formation de Bonaventure, repose en stratification discordante, sur cette formation et constitue la base du terrain houiller.

Dans le bassin occidental, nous rencontrons : le silurien moyen formé de calcaires, de schistes et de dolomies ; le silurien supérieur, composé de dolomie et de calcaire ; enfin des grès calcaires et des schistes formant le dévonien dont les restes organiques se confondent complétement dans la partie supérieure avec ceux du terrain carbonifère.

Quelques roches éruptives d'époque ancienne, telles que la dolérite, la syénite, le porphyre quartzifère (dans le laurentien) ; la dolérite, la diorite, le trachyte (dans le silurien inférieur) complètent le tableau des terrains du Canada.

E. F.

Eugène Dumortier. Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône. — 2me partie, lias inférieur, avec 50 planches[1].

Le volume que nous avons aujourd'hui entre les mains nous donne une description complète des fossiles du lias inférieur du bassin du Rhône.

M. Dumortier a divisé ce terrain en deux zones. La plus inférieure, la *zone à Ammonites Bucklandi*, repose sur les calcaires à *Ammonites angulatus* dont elle se distingue nettement ; elle renferme beaucoup d'Ammonites qui appartiennent toutes, sauf l'*A. Charmassei*, au groupe des *Arietes*.

Les gastéropodes n'y sont presque pas représentés, mais on y rencontre en grande abondance les bivalves, parmi lesquelles la *Gryphea arcuata* est une des plus caractéristiques. Peu d'espèces passent à la zone supérieure. Celle-ci, caractérisée par l'*Ammonites oxynotus*, peut se diviser en quatre couches, en allant de bas en haut :

[1] La première partie de cet ouvrage, publiée en 1864, était consacrée à l'étude de l'infra-lias.

a) Couche à *Ammonites Davidsoni.*
b) Couche à *Ammonites stellaris.*
c) Couche à *Ammonites oxynotus.*
d) Couche à *Ammonites planicosta.*

Parmi les fossiles les plus importants, on peut citer la *Belemnites acutus*, le *Pentacrinus tuberculatus*, et la *Terebratula cor.*

Cette zone présente du reste une richesse et une variété de faune d'autant plus remarquables que ses caractères se retrouvent encore à de très-grandes distances. Les associations d'espèces de ses différents horizons sont presque identiques à celles de l'Allemagne, fait qui confirme singulièrement les subdivisions établies par M. Dumortier. Ce terrain renferme plus de quarante espèces de céphalopodes; les bivalves y jouent aussi un rôle considérable; on peut y remarquer le nombre immense de *Gryphæa obliqua* et le développement que prend dans cette zone le genre *Pleuromya.*

En évaluant à 13^m l'épaisseur de la première zone et à 7^m celle de la seconde, on arrive pour le lias inférieur à une épaisseur totale de 20 mètres. Bien distinct de l'infra-lias, il n'a presque pas une espèce commune avec le lias moyen : ces trois étages sont cependant en stratification parfaitement concordante. « Tout le Jurassique inférieur de nos « contrées, en y comprenant l'infra-lias, paraît, dit M. Du« mortier, sauf de rares exceptions, s'être déposé dans les « mêmes mers sans accidents ni interruptions. »

Cet ouvrage, qui décrit une faune très-riche et dont la valeur scientifique est encore relevée par les cinquante planches qu'il contient, offre un bon terme de comparaison pour l'étude du lias des autres pays. E. F.

DELESSE et DE LAPPARENT. REVUE DE GÉOLOGIE POUR LES ANNÉES 1864 ET 1865.

Maintenant que la géologie fait en tous pays de rapides progrès, que chaque jour de nouvelles recherches viennent

augmenter le nombre des faits acquis à la science, une revue générale de géologie était devenue presque indispensable. Le résumé des travaux les plus importants de la France, de l'Allemagne, de l'Angleterre, de l'Amérique, etc., est pour les savants d'une immense utilité et constitue pour la science un véritable progrès, surtout lorsqu'il est fait avec autant d'exactitude et de savoir que celui que nous avons sous les yeux. En outre n'est-il pas intéressant, au point de vue de la philosophie même de la science, de voir chaque année la marche de la géologie, et les points vers lesquels se dirigent les recherches. Un grand nombre de faits d'importance diverse viennent continuellement s'ajouter aux faits déjà acquis, puis de temps à autre une découverte, une théorie nouvelle agitent la science, lui ouvrent un horizon nouveau, donnent lieu à des discussions et sont acceptées ou repoussées par la majorité des géologues.

Le nouveau volume de cette Revue a été divisé en quatre parties, de même que ceux des années précédentes : 1° Préliminaires; 2° Roches; 3° Terrains; 4° Descriptions géologiques.

M. Delesse a spécialement traité des roches et M. de Lapparent des terrains; les deux autres parties ont été faites en commun.

Nous ne pouvons entreprendre l'analyse de ce volume qui est déjà lui-même un résumé de nombreux travaux; mais nous devons être sincèrement reconnaissants envers les auteurs de la publication d'un recueil dont l'analogue se trouvait déjà en Angleterre, en Allemagne et en Amérique, et qui manquait à la France. E. F.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

A. SCHNEIDER. MONOGRAPHIE DER NEMATODEN. MONOGRAPHIE DES NÉMATODES. Berlin, 1866 ; 1 vol. grand in-8°, avec 28 planches et 130 dessins intercalés dans le texte.

Les vers nématodes n'ont jamais été les favoris des natu-

ralistes. Malgré le grand nombre de ceux qui ont été décrits il en reste bien davantage à connaître. En effet, chaque espèce de vertébrés peut renfermer des parasites appartenant à ce groupe, et l'on connaît aujourd'hui environ 20,000 espèces de vertébrés. En outre bien des invertébrés, bien des arthropodes surtout, hébergent aussi des nématodes. La monographie de M. Schneider, qui ne comprend que 180 espèces environ, porte donc sur un nombre relativement très-faible, et pourtant nous devons la signaler comme un ouvrage d'une grande importance. La classification de ce groupe demandait à être entièrement remaniée, assise sur des principes nouveaux Or, M. Schneider a pensé préférable de ne faire rentrer pour le moment dans le nouveau cadre qu'il traçait que les espèces étudiées par lui. Ces espèces étaient du reste déjà en grande partie connues, quoique très-superficiellement, M. Schneider ayant eu à sa disposition les types de la collection de Rudolphi, déposés aujourd'hui au musée de Berlin.

La répartition des nématodes en familles est basée dans le système de M. Schneider sur la structure de l'appareil musculaire. Il distingue par suite trois familles : les Holomyaires, les Méromyaires et les Polymyaires. Chez les Holomyaires, la musculature du corps est, ou nullement divisée, ou bien divisée seulement par des lignes longitudinales. Chez les Méromyaires, les muscles forment huit bandes qui sont divisées par des lignes obliques, partant de la ligne dorsale et de la ligne ventrale, en parties identiques : les cellules musculaires. Chez les Polymyaires, enfin, les muscles sont formés d'un grand nombre (plus de huit) de cellules juxtaposées en long et en travers. Ce mode de classification put sembler bizarre, mais la difficulté de trouver dans un autre système organique des caractères différentiels suffisants peut le justifier. Les caractères génériques sont tirés essentiellement de la conformation de l'extrémité caudale, chez les mâles et de celle des spicules.

Le traité anatomique très-circonstancié qui accompagne l'ouvrage de M. Schneider renferme plus d'une particularité digne d'être relevée. La conformation du canal alimentaire assez uniforme dans la série des nématodes présente cependant quelques exemples de modifications très-singulières. C'est ainsi que chez les Gordius l'organe que M. Meissner a pris pour un cordon nerveux ventral, est pour M. Schneider l'homologue de l'œsophage des autres nématodes. Ce serait un œsophage sans cavité intérieure, n'aboutissant ni à une bouche en avant, ni à un intestin en arrière. Un cas intermédiaire est celui des Mermis, où l'œsophage tubulaire s'ouvre en avant dans la cavité buccale, mais se termine en cœcum en arrière. L'intestin lui-même, dans ce genre, est fermé aux deux extrémités, bien qu'il soit tubulaire. Il ne peut donc jamais renfermer de nourriture.

Le système vasculaire est étudié avec un grand soin. L'auteur se range très-décidément parmi ceux qui lui attribuent des fonctions excrémentitielles. Le fait qu'il débouche constamment à l'extérieur est certainement en faveur de cette opinion.

Un des chapitres les plus intéressants et des plus nouveaux est celui qui s'occupe du système nerveux. En effet, tantôt on a affirmé l'existence d'un système nerveux chez les nématodes, tantôt on l'a complétement niée. M. Meissner décrivit, il y a quelques années, un système nerveux très-complexe chez les Gordius et les Mermis, mais ce résultat, comme plusieurs autres assertions très-neuves contenues dans son mémoire, après avoir trouvé créance au premier abord, finit par être démontré faux. Le système nerveux, que M. Schneider nous a fait connaître chez les nématodes durant ces dernières années, n'a rien à faire avec celui-là. L'organe central est un anneau nerveux uni à un gros ganglion ventral et à deux petits ganglions latéraux. L'union entre le gros ganglion ventral et l'anneau central est établie par deux rameaux de communication. De ces centres nerveux partent

un certain nombre de nerfs qui se rendent aux organes sans jamais paraître à découvert dans la cavité du corps : ils cheminent toujours enfermés dans d'autres tissus. Toutes les fibres nerveuses qui se terminent dans les papilles de la surface, à la tête, au cou, à la queue sont des fibres sensibles. Il est plus difficile de reconnaître les fibres motrices. Pour comprendre comment l'action des nerfs se fait sentir dans les muscles chez les nématodes, il faut se dégager de toutes les notions empruntées aux animaux supérieurs. Chez ces vers, ce ne sont, à proprement parler, pas les nerfs qui se rendent aux muscles, mais bien les cellules musculaires qui envoient des rameaux aux nerfs. Les procès latéraux des muscles, déja décrits par divers auteurs, se rendent sans exception aux lignes longitudinales de la paroi du corps qui sont parcourues par les nerfs. La substance de ces procès va former immédiatement la tunique des nerfs.

On ne peut jamais être en doute chez les nématodes, sur la nature céphalique ou caudale des extrémités du corps. En revanche, il n'est pas facile de discerner le côté ventral du côté dorsal. Il est d'usage d'appeler ventral celui où débouche l'anus. Mais cela est purement arbitraire. Les mouvements de ces vers n'élucident point la question. M. Schneider remarque que le plus souvent les nématodes se meuvent sur l'une des faces latérales. Dans l'incertitude, l'auteur a conservé la manière de voir habituelle.

L'immense majorité des nématodes est dioïque. Nous devons cependant à M. Schneider la découverte de quelques espèces hermaphrodites appartenant aux genres Leptodera et Pelodera, découverte, dont nous avons précédemment rendu compte [1]. Ces cas semblent ne point être uniques en leur genre. Nous avons exposé précédemment la belle découverte de MM. Leuckart et Mecznikoff [2] relative au polymorphisme de l'*Ascaris nigrovenosa*. Ce ver, sous une forme

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1860, t. VII, p. 363.
[2] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1866, t. XXV, p. 90.

que ces auteurs considèrent comme neutre ou comme femelle parthénogénésique, habite les poumons de nos grenouilles. Ses œufs donnent naissance à des vers dioïques beaucoup plus petits que leur parent. Les femelles de cette seconde génération engendrent, après fécondation, une troisième génération d'individus susceptibles de se glisser dans le poumon des grenouilles et de s'y métamorphoser en *Ascaris nigrovenosa.* M. Schneider confirme entièrement ces observations. Il fait même connaître une seconde espèce présentant un polymorphisme tout semblable. Seulement, à ses yeux, la grande génération parasite des poumons de batraciens n'est pas formée par des neutres ni des femelles, mais bien par des individus hermaphrodites, comme les Leptodera et les Pelodera. La loi de reproduction de ces vers serait donc analogue à la génération alternante, seulement la génération asexuée est remplacée dans ce cas par une génération hermaphrodite. Qui sait donc si un jour on ne découvrira pas des formes dioïques rentrant dans le cycle d'évolution des Leptodera et des Pelodera.

Nous terminerons par une question de morphologie fort singulière. Les Sphærularia sont les parasites des bourdons, vermiformes et couverts de verrucosités. Il y a quelques années, M. Lubbock [1] montra qu'à l'une des extrémités de ces animaux est toujours fixé un petit ver nématode, dont le volume est bien des milliers de fois inférieur à celui des Sphærulaires. M. Lubbock considéra ce petit nématode, très-normalement conformé, comme un mâle, bien que la petitesse de l'animal ne lui permît pas de reconnaître ses organes générateurs. La Sphærularia serait, dans ce cas, un individu femelle, profondément modifié, au point de ne plus posséder de muscles, d'être incapable par conséquent de tout mouvement, et de ne ressembler nullement à un ver nématode. D'ailleurs, les œufs de cette femelle gigantesque produisent des embryons très-semblables aux petits mâles.

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1862, t. XIII, p. 18.

Une nouvelle étude de ces singuliers couples a conduit M. Schneider à un résultat très-différent. Pour lui, le petit ver que M. Lubbock considérait comme un mâle serait un individu essentiellement nourricier, et la Sphærulaire un individu reproducteur. Celle-ci est, en effet, privée de bouche, mais son gros intestin paraît communiquer directement avec l'intestin si mince du nain, son nourricier. Il est à remarquer, enfin, que les œufs de l'individu reproducteur sortent par l'extrémité opposée à celle par laquelle cet individu est uni au ver nourricier. Réfléchissant sur la singulière conformation de l'individu reproducteur et sur sa structure histologique très-anormale, M. Schneider arrive à la conclusion que cet être n'est qu'un utérus colossal ayant fait prolapsus par la vulve du petit ver que nous avons appelé nourricier. Mais le fait que l'intestin pénètre aussi dans cette hernie permet jusqu'à un certain point de considérer cet utérus extroversé comme un individu à part.

Il est évident que cette manière originale et séduisante d'envisager les Sphærularia ne pourra être définitivement acceptée qu'après une étude détaillée du développemeut de ce ver. Ce sujet est trop intéressant pour que cette étude se fasse longtemps attendre. E. C.

Prof. L. RUTIMEYER, BEITRÆGE, etc. CONTRIBUTIONS A L'HISTOIRE PALÉONTOLOGIQUE DES RUMINANTS. *(Mittheil. der naturf. Gesellsch. in Basel*, 1865, IV, p. 2.) — LE MÊME. VERSUCH, etc. ESSAI SUR L'HISTOIRE NATURELLE DU BOEUF CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DE SES RAPPORTS AVEC LES RUMINANTS EN GÉNÉRAL. 1re partie. *(Mémoires de la Société Helvétique des Sciences natur.*, tome XXII, 1867.) — LE MÊME. UEBER ART UND RACE, etc. SUR LA QUESTION D'ESPÈCES ET DE RACES CHEZ LE BOEUF DOMESTIQUE D'EUROPE. *(Archiv für Anthropologie*, 1866, 2tes Heft, p. 219.)

Nous devons à l'illustre anatomiste de Bâle déjà plus d'un

travail morphologique sur les ruminants. Les *Archives* ont en particulier rendu compte de ses belles recherches sur les débris animaux des palafittes de Suisse. Les mémoires don les titres précèdent font une digne suite à ces travaux et paraissent devoir être suivis eux-mêmes plus tard par d'autres.

L'objet direct des travaux de M. Rütimeyer c'est le genre *Bos* et plus particulièrement le bœuf domestique, au point de vue tant historique que préhistorique ou paléontologique. Mais l'étude de ce sujet a entraîné l'auteur à une foule de recherches accessoires, si bien qu'aujourd'hui il possède plus que personne une connaissance approfondie de l'ordre entier des ruminants. Une révision de la classification de ce groupe ne saurait donc être confiée à de meilleures mains.

Une pensée certainement fort juste est à la base de tous les travaux de M. Rütimeyer, pensée que M. Darwin a su rendre si populaire : à savoir que toute classification naturelle doit être en définitive une classification généalogique. De là une étude parallèle de la paléontologie, c'est-à-dire du développement des espèces, et du développement de l'individu. Au point de vue anatomique, nous trouvons surtout dans les recherches que nous avons sous les yeux un examen approfondi du crâne et de la dentition. Le premier conduit M. Rütimeyer à la conclusion que la conformation du crâne ne présente pas un seul caractère susceptible de caractériser les ruminants dans leur totalité avec une aussi grande netteté que la structure de l'estomac. Tous les caractères craniologiques n'ont qu'une valeur relative. Le facies si particulier des ruminants est de nature plutôt physionomique qu'anatomique. Les crânes des fœtus de ruminants sont d'autant plus semblables entre eux que les fœtus sont plus jeunes. On peut donc bien leur reconnaître une forme primitive commune ; mais cette forme se modifie d'une manière extraordinaire non-seulement pour des groupes entiers comme les cerfs, les chèvres, les girafes, mais encore pour les deux sexes d'une même espèce, ou même, dans une certaine mesure, pour chaque individu. M. Rütimeyer affirme

même que chez le bœuf de la Sonde les différents âges de l'un et de l'autre sexe présentent entre eux de plus grandes différences crâniennes que la série tout entière des chèvres ou des chevrotins. Dans cette grande série de variation on peut considérer l'Argali et le bœuf domestique comme formant des types extrêmes, tandis que les chevrotins de l'Asie ne sont éloignés que fort peu de la forme fœtale primitive. On peut affirmer que ce dernier type n'a derrière lui qu'une histoire très-uniforme, tandis que les premiers sont le résultat de transformations graduelles et nombreuses. Aussi, bien que ces différentes formes appartiennent à l'époque actuelle, il est permis de dire dans un sens morphologique que l'une est très-jeune et que les autres sont fort anciennes.

La classification ostéologique des ruminants à laquelle M. Rütimeyer est conduit par son étude du crâne, ne s'éloigne au fond pas beaucoup des classifications habituelles. Elle se distingue cependant par les deux particularités suivantes : Elle échelonne tous les ruminants entre deux types extrêmes, les *Camelina* et les *Tragulina*, tandis que d'ordinaire on rapproche au contraire les tragulus des chameaux, à cause de leurs dents canines et de l'absence de cornes. Puis la classification de M. Rütimeyer sépare les chevrotins en deux groupes de valeur très-différente : l'un celui des tragulus dont les affinités sont avec les pachydermes paridigités, l'autre celui des muscs proprement dits qui doivent être réunis aux cervides.

L'étude de la dentition conduit M. Rütimeyer à la confirmation d'un résultat remarquable déjà énoncé par lui dans son travail sur les chevaux fossiles. Ce résultat c'est que, chez tous les mammifères, la dentition de lait doit être considérée comme un bien de famille légué dès une haute antiquité. La dentition de lait est en quelque sorte un héritage, tandis qu'on pourrait considérer la dentition de remplacement comme un bien acquis par l'espèce. Une dentition de lait à peu près semblable chez différents genres semble donc indiquer pour ces genres une souche commune dans

le passé. De même une similitude entre la dentition de lait d'un genre actuel et la dentition permanente d'un genre éteint indique une étroite affinité entre ces deux genres. M. Rütimeyer est arrivé, à ce point de vue, à des rapprochements remarquables parmi les ongulés. C'est ainsi que la dentition définitive du genre anchithérium se retrouve dans la dentition de lait des hipparion et même encore du cheval fossile. C'est ainsi encore que les tragulus et les hyemoschus de l'époque actuelle ont hérité la dentition de lait des anoplothérium, des dichodon, des dichobunes, des xiphodon. C'est ainsi enfin que la dentition de lait des dicotyles empruntée ses caractères à la dentition définitive des paléochœrides. M. Agassiz de son côté a signalé la parenté de la dentition de lait des éléphants avec la dentition permanente des mastodontes. C'est un fait dans tous les cas bien frappant que dans l'immense majorité des mammifères une dentition éphémère, destinée dans bien des cas à ne jamais entrer en fonction, précède la dentition effective et permanente. Il est plus remarquable encore que ces dents éphémères représentent mieux le type de l'espèce ou du genre que les dents de remplacement. M. Rütimeyer voit avec raison dans ces faits la preuve d'une corrélation intime entre les phases du développement de l'individu et celles du développement de l'espèce. La circonstance que chez presque tous les ongulés les dents perdent leur caractère spécifique dans la même mesure qu'elles sont usées par l'âge et la fonction, est à ce point de vue d'un grand intérêt. Elle enseigne, comme le remarque judicieusement l'auteur, que le caractère spécifique ne tient qu'au plissement superficiel de l'organe adamantin, tandis que la forme de la base de la pulpe dentaire ne présente que des variations insignifiantes. Les plis de l'émail à la base des dents des solipèdes et des ruminants sont à peu près identiques, malgré l'énorme différence de la surface des dents chez ces deux groupes.

Pour ce qui concerne plus spécialement les bœufs, M. Rütimeyer s'est efforcé d'élucider plus encore qu'il ne l'a fait

précédemment l'origine des formes aujourd'hui existantes. La difficulté qui se présente ici est d'une nature particulière. Pour le chien, le mouton, la chèvre, le grand nombre des espèces actuellement vivantes est la principale cause des difficultés que rencontre la recherche de l'origine des races domestiques. Au contraire, le groupe entier des bœufs, à l'instar de celui des chameaux, a été exclu en totalité de la phalange des animaux sauvages. Le problème des origines ne peut donc être résolu ici qu'à l'aide de l'étude des fossiles et des variations obtenues sous l'influence de la domesticité.

Les différentes espèces auxquelles on a cherché à rattacher les diverses races de bœufs européens sont d'abord le *Bos primigenius* de Bojanus duquel Cuvier faisait même dériver toutes les races domestiques; puis le *B. brachyceros* ou *longifrons* d'Owen auquel MM. Owen et Nilsson ont rattaché surtout des races à courtes cornes d'Angleterre, de Finlande et de Scandinavie; enfin le *B. frontosus* Nilsson.

Quant aux formes domestiques aujourd'hui le plus généralement répandues, M. Rütimeyer les rattache à trois races principales : 1° La *race primigenius* représentée principalement dans l'Allemagne du nord et la Hollande, mais manquant en Suisse, au moins à l'état pur. C'est aussi à cette race qu'appartiennent soit les bœufs blancs demi-sauvages d'Angleterre et les formes domestiques voisines du même pays, soit les races à grandes cornes de Hongrie et d'Italie ; 2° La *race brachyceros*, nommée en Suisse *Braunvieh* (race de Schwytz, etc.), mais représentée aussi dans maintes localités d'Allemagne et peut-être à l'état le plus pur dans le nord de l'Afrique ; 3° La *race frontosus* à laquelle appartiennent en Suisse les grosses variétés tachetées rouges et blanches ou noires et blanches de Fribourg et du Simmenthal. Cette race est aussi représentée par un grand nombre de variétés dans la plaine Suisse et en Allemagne.

Dans ses recherches sur les palafittes, M. Rütimeyer avait encore énuméré une autre forme sous le nom de *race tro-*

chocéros. Elle ne se distingue de la race primigénius que par les cornes qui forment un arc presque semi-circulaire dans le plan du front, c'est-à-dire dans un plan horizontal et dont la section est fortement déprimée. Toutefois M. Rütimeyer s'est convaincu que cette forme n'a qu'une importance secondaire. C'est une variation susceptible de se produire chez les races de bœufs les plus diverses, même extra-européennes, surtout chez des individus du sexe féminin. Les bœufs trochocéros de l'époque des palafittes doivent être considérés comme des variations individuelles de la race primigénius.

Le nombre des races domestiques d'Europe est donc réduit à trois. Il ne peut être mis en doute que la race primigénius descende directement de l'Urus. Quant à la race frontosus, dans le sens au moins que M. Rütimeyer donne à ce mot, elle paraît n'avoir jamais existé qu'à l'état domestique et, par suite, sa distribution géographique pourrait déjà conduire à l'hypothèse qu'il ne s'agit que d'une modification de l'Urus. Mais M. Rütimeyer, par ses études anatomiques, a élevé cette hypothèse presque au rang d'une certitude. La race frontosus présente au point de vue de la forme du crâne des analogies frappantes avec les phases du jeune âge que parcourt le crâne non-seulement de la race primigénius, mais encore de toute espèce de bœufs ou même de ruminants. Tous les caractères les plus saillants du frontosus sont en même temps des caractères de jeune âge : ainsi le grand développement de l'os interpariétal et son empiétement sur la surface du front ; la voussure des frontaux ; la forme des gouttières supraorbitaires ; l'arc étendu des orbites : l'atténuation graduelle et régulièrement cônique de la partie faciale de la tête courte et large ; la forme de l'os lacrymal ; la saillie des joues ; la forme des os nasaux qui sont larges en arrière, courts et peu bombés, avec une incision très-légère au bord intérieur ; la largeur du palais ; la forme des choanes, etc. Place-t-on un crâne adulte de primigénius, un crâne adulte de frontosus et des crânes de veau les uns à

la suite des autres, on ne peut s'empêcher de penser que le frontosus n'est qu'un arrêt de développement dans l'évolution du primigénius.

M. Nathusius a fait connaître dans tous ses détails la métamorphose que la domestication a fait subir au crâne du porc. Or d'après M. Rütimeyer l'évolution du *B. frontosus* ne serait qu'une répétition parallèle, trait pour trait, de l'évolution du porc sous l'influence de la domesticité. D'après M. Nathusius la modification extrême de la tête du porc produite par la domestication serait celle du *porc à tête de mops* du Yorkshire. Chez les bœufs, M. Rütimeyer trouve un extrême correspondant, savoir les bœufs à tête de mops de la race niata, dont M. Darwin a récolté un crâne dans les pampas du sud de l'Amérique. Or, malgré la singularité de sa physionomie, cette race niata ne serait caractérisée d'après M. Rütimeyer que par une exagération des caractères du frontosus. Par suite de ces considérations et d'autres que nous ne pouvons relater ici, ce savant déclare la race frontosus issue par la domestication du bœuf primigénius.

Relativement à la troisième race (brachyceros) tous les résultats historiques forcent à admettre qu'elle a été domestiquée en Suisse et ailleurs au moins aussitôt (et même en Suisse vraisemblablement plus tôt) que le primigénius. Supposer que l'une de ces formes soit issue de l'autre, est à peine possible. Il est loin d'être prouvé que les crânes subfossiles de cette forme qui ont été découverts dans la Grande-Bretagne et en Scandinavie aient appartenu à des animaux sauvages. Dans ce cas il faudrait chercher l'origine de la race brachyceros hors de l'Europe. Aucune des espèces jusqu'ici connues ne semble pouvoir être considérée comme sa forme primitive. Toutefois il ne faut pas oublier que cette race est surtout bien caractérisée en Afrique et que ce continent, si mal connu aujourd'hui, pourrait bien nous révéler un jour l'origine réelle des bœufs brachyceros. E. C.

Prof. His, de Bâle. Ueber die erste Anlage, etc. Sur la formation première du corps chez les vertébrés (*Arch. für mikrosk. Anatomie,* 1866. B^{d} II, p. 513).

Dans des travaux dont nous avons précédemment rendu compte, M. His s'est efforcé de faire disparaître quelques contradictions que semblait renfermer la théorie des feuillets blastodermiques telle que M. Remak l'a modifiée. En continuant ces recherches, M. His est arrivé à des résultats propres à transformer considérablement cette théorie. Les feuillets blastodermiques sembleraient, d'après ce savant, ne constituer que des formations secondaires, et même le feuillet moyen ne pourrait à aucune époque être considéré comme un tout anatomique.

M. His distingue, dès l'origine, dans l'œuf de poule soumis à l'incubation, deux formations blastodermiques primitives : aux dépens de l'une se forment tous les organes qui tiennent de près ou de loin au système nerveux : le système nerveux central, les nerfs périphériques, l'épiderme, les glandes, les muscles tant striés que lisses ; de l'autre naissent le sang et les tissus de la famille connective. Le premier est ce qu'on appelle généralement le disque proligère : M. His lui donne le nom d'*archiblaste* ou de *neuroblaste,* le second c'est le vitellus blanc soit *parablaste* ou *hémoblaste* dans le langage de M. His.

L'archiblaste dérive de ce que Meckel de Hemsbach appelait l'ovule proprement dit, c'est-à-dire de la partie de l'œuf qui, à la suite de la fécondation, se segmente. Le parablaste est, au contraire, une formation adventive, comparable aux cellules de la tunique granuleuse de l'œuf des mammifères, et ses éléments constitutifs sont semblables dans l'œuf fécondé et dans l'œuf non fécondé.

Dans l'œuf fécondé, mais non couvé, M. His distingue le disque germinatif, le vitellus blanc et le vitellus jaune. Le vitellus blanc forme une mince couche autour du jaune, et se prolonge sous le disque germinatif en un cordon jusqu'au

centre de l'œuf. Le disque germinatif est une mince plaque qui repose sur le vitellus blanc, à la place où se trouvait l'ovule proprement dit, dans l'œuf non fécondé. Après la fécondation, cet ovule, en se segmentant, se transforme en disque germinatif. Sous celui-ci se trouve une cavité remplie de liquide, dont le sol est formé par le vitellus blanc. Seule la partie périphérique du disque germinatif repose immédiatement sur le vitellus blanc. Leur ligne de soudure est ce que M. His nomme la *circonvallation blastodermique* (Keimwall). La partie du disque germinatif sous laquelle se trouve la cavité est l'aire pellucide; celle qui contribue à former la circonvallation, l'aire opaque. L'auteur revient, d'ailleurs, à l'opinion de MM. Schwann et Reichert qui fait des éléments du vitellus blanc de véritables cellules nucléées. Les cellules du disque germinatif forment d'abord une couche continue, le feuillet blastodermique supérieur. De la surface intérieure de ce feuillet partent des cordons qui s'anastomosent en une sorte de réseau, mais ne forment jamais, avant l'incubation, de feuillet blastodermique inférieur proprement dit.

Le premier résultat de la fécondation, c'est la formation complète de ce feuillet blastodermique inférieur qui reste encore uni pendant un certain temps au feuillet supérieur par des filaments. Puis se forme la lame axiale de Remak, dans laquelle M. His distingue trois parties: 1° une couche détachée du feuillet blastodermique supérieur; 2° une couche détachée du feuillet blastodermique inférieur; 3° un cordon d'union axial entre ces deux couches. Les deux premières de ces parties (*lames accessoires inférieure et supérieure*) sont caractérisées par des stries verticales. La troisième est désignée par M. His sous le nom de *cordon axial*. Ces parties donnent naissance au tube médullaire, à la corde dorsale, aux protovertèbres, aux plaques céphaliques et latérales. La première indication de la place où se trouveront plus tard les aortes descendantes se montre sous la forme de lacunes, en dehors du rudiment des protovertèbres. La place du cœur est marquée par une lacune semblable.

De même que le feuillet blastodermique supérieur envoie des prolongements vers le bas dans l'aire pellucide, il en envoie de tout semblables dans l'aire opaque. Seulement ici ces prolongements ne forment point un feuillet continu proprement dit, mais ils pénètrent la couche sous-jacente de vitellus blanc pour y former une sorte de réseau enserrant dans ses mailles les éléments de ce vitellus. Le tissu ainsi formé a reçu de l'auteur le nom de *tissu circumvallaire* (Keimwallgewebe). Plus tard, dans la partie centrale de l'aire opaque, la couche superficielle se détache pour former l'aire vasculaire, tandis que la partie périphérique adhérente forme l'aire vitelline.

Dans l'intérieur du tissu circumvallaire apparaît maintenant, selon M. His, tout un système de lacunes, qui, s'ouvrant bientôt les unes dans les autres, délimitent une mince couche supérieure. Celle-ci envoie des prolongements filiformes soit vers le haut, soit vers le bas. C'est la *membrane hémogène* formée de cellules d'archiblaste réunies en un réseau dont les mailles renferment des paquets de cellules de vitellus blanc. Ces paquets sont le point de départ de la formation des vaisseaux et du sang : des cellules fusiformes en partent, en effet, pour pénétrer dans les lacunes sous-jacentes, et les revêtir d'une couche endothéliale continue ; de là elles entrent dans l'aire pellucide où elles s'étendent dans les lacunes entre la lame accessoire inférieure et le feuillet blastodermique inférieur ; enfin, continuant leur progression centripète, elles s'introduisent dans les lacunes cardiaque et aortiques, signalées plus haut, pour s'y ordonner en un boyau qui s'appuie simplement à la paroi de ces lacunes sans se souder à elles. De ces parois vasculaires primitives, se développent plus tard tous les rudiments des vaisseaux, comme aussi la masse de laquelle dérive le tissu connectif, le tissu cartilagineux, et, en général, tous les tissus de la famille conjonctive. On peut donc dire que toutes les substances conjonctives peuvent être au point de vue de leur genèse, assimilées aux tuniques adventives des vaisseaux. E. C.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1867.

Le 2, rosée le matin.

4, Id. ; dans la soirée, de 9 ½ à 10 ½ h., forts éclairs au SE. ; on entend aussi le tonnerre dans le lointain.

7, rosée le matin.

10 et 11, rosée le matin ; le 11 dans la soirée, couronne lunaire.

12, de 5 h. 45 m. à 6 h. soir, tonnerres au Sud ; de 6 h. 55 m. à 7 h 15 m., éclairs et tonnerres au SO.

15, forte rosée le matin ; le soir, de 11 ½ h. à minuit, trois coups de tonnerre.

18, rosée le matin.

21, Id.

24, dans la soirée, éclairs à l'Est.

25, de 5 h. 45 m. à 6 h. 30 m. du matin, faible halo solaire ; toute la soirée, éclairs à l'Est et à l'Ouest.

29, halo solaire partiel dans la matinée.

30, forte rosée le matin.

31, rosée le matin, faible halo solaire dans la matinée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 8 h. soir.....	726,25
Le 3 à 10 h. matin...	731,84		
		4 à 6 h. soir.....	727,31
6 à 10 h. matin...	731,79		
		8 à 4 h. soir.....	728,76
9 à 8 h. matin...	730,84		
		12 à 4 h. soir.....	722,21
14 à 2 h. après-m..	728,27		
		15 à 5 h. soir.....	721,70
15 à 11 h. soir.....	729,95		
		16 à 6 h. soir....	725,27
18 à 6 h. matin...	729,90		
		19 à 6 h. matin...	724,99
22 à 8 h. matin...	727,98		
		23 à 6 h. soir....	720,31
24 à 10 h. soir....	724,91		
		25 à 6 h. soir.....	721,52
28 à 10 h. matin...	732,13		
		29 à 4 h. soir.....	726,41
30 à 10 h. matin...	728,17		
		31 à 6 h. soir.....	724,19

Les variations barométriques dans la journée du 15 sont très-remarquables, surtout à cette époque de l'année ; voici les lectures faites dans le courant de la journée :

		mm		mm	
15 juillet.	6 h. matin,	726,86	6 h, — soir,	722.01	
	8 h. »	726,44	8 h. — »	723,11	
	10 h. »	725,39	10 h. 0 m. »	727,46	
	Midi,	724,47	10 h. 10 »	727,93	
	2 h. ap.-m.,	723,23	10 h. 15 »	728,35	
	4 h. »	722,01	10 h. 20 »	728,68	
(minimum)	5 h. »	721,70	11 h. — »	729,95	(maximum)

Le lendemain matin à 6 h., 728,03.

De 5 h. à 11 h. soir, le vent a soufflé assez fortement du SO., et entre 11 h. 1/2 et minuit, on a entendu trois coups de tonnerre.

Cet orage s'est étendu sur une grande partie de la Suisse ; sur le sommet du Rigi, il a été très-violent, de 11 h. 1/2 du soir à 2 h. du matin, les décharges électriques étaient continuelles, et la foudre a frappé deux fois le paratonnerre du signal. Cet orage était accompagné d'un vent d'Ouest impétueux et d'averses très-abondantes de pluie et de grêle.

GENÈVE. — JUILLET 1867.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°		cm
1	727,07	— 0,35	+21,66	+3,49	+15,8	+27,4	10,24	—0,15	553	—140	400	640	...	..	SSO. 1	0,32	17,8	+ 1,6	230
2	727,70	+ 0,24	+17,02	—1,21	+14,0	+23,4	11,73	+1,31	829	+137	660	860	2,6	5	SSO. 1	0,87	16,6	+ 0,3	231
3	731,31	+ 3,81	+18,83	+0,55	+13,3	+24,2	9,29	—1,16	603	— 88	400	790	...	..	SO. 1	0,27	9,6	— 6,8	233
4	729,33	+ 1,79	+19,18	+0,85	+10,0	+27,2	10,37	—0,11	648	— 42	340	920	1,6	4	SSO. 1	0,41	16,3	— 0,2	237
5	731,12	+ 3,55	+17,46	—0,92	+14,0	+23,3	8,47	—2,03	626	— 63	420	820	...	..	SSO. 1	0,49	15,3	— 1,3	239
6	731,51	+ 3,90	+16,76	—1,67	+10,8	+21,5	9,63	—0,89	691	+ 3	490	850	...	..	N. 1	0,89	15,3	— 1,4	240
7	730,69	+ 3,04	+16,50	—1,98	+11,0	+21,5	9,19	—1,35	674	— 13	480	870	...	..	N. 1	0,56	...	.....	240
8	729,70	+ 2,02	+15,12	—3,40	+ 9,3	+20,7	6,58	—3,98	545	—141	360	860	...	..	NNE. 2	0,17	18,2	+ 1,3	237
9	730,08	+ 2,37	+14,25	—4,31	+ 7,0	+19,8	6,94	—3,64	587	— 98	410	640	...	..	NNE. 2	0,06	18,4	+ 1,4	235
10	729,30	+ 1,56	+16,05	—2,55	+ 9,0	+22,0	9,21	—1,39	685	0	470	880	...	..	N. 1	0,09	18,5	+ 1,4	234
11	727,67	— 0,10	+17,53	—1,11	+ 9,5	+24,1	9,69	—0,93	664	— 20	430	820	...	..	N. 1	0,40	18,7	+ 1,5	230
12	724,06	— 3,74	+17,50	—1,17	+10,7	+25,4	11,36	+0,72	784	+100	440	980	8,4	6	variable	0,86	18,4	+ 1,1	228
13	726,13	— 1,70	+18,46	—0,24	+14,2	+24,3	10,55	—0,11	682	— 2	520	730	...	..	SSO. 2	0,76	18,3	+ 0,9	228
14	728,04	+ 0,19	+18,80	+0,08	+14,4	+23,5	10,65	—0,02	672	— 11	520	790	0,8	2	SSO. 1	0,59	...	.....	229
15	724,34	— 3,53	+19,06	+0,32	+11,2	+26,8	11,13	+0,45	682	— 1	440	920	5,1	3	SO. 2	0,38	13,4	— 4,1	229
16	726,76	— 1,13	+16,96	—1,80	+ 9,0	+23,8	8,70	—1,99	619	— 64	420	860	...	..	SSO. 1	0,68	14,8	— 2,8	230
17	727,22	— 0,69	+19,02	+0,24	+15,2	+24,7	8,91	—1,79	573	—110	440	620	...	..	SO. 1	0,84	14,1	— 3,6	229
18	728,43	+ 0,50	+19,88	+1,09	+12,3	+26,4	9,50	—1,21	567	—116	400	660	...	..	SSO. 1	0,12	12,1	— 5,7	229
19	725,73	— 2,22	+18,34	—0,45	+16,1	+22,7	8,53	—2,19	576	—106	420	620	...	..	SSO. 2	0,87	13,2	— 4,6	227
20	727,10	— 0,87	+17,36	—1,44	+11,0	+23,3	8,40	—2,33	595	— 87	400	740	...	..	variable	0,43	11,3	— 6,6	227
21	726,79	— 1,20	+17,43	—1,37	+ 8,3	+25,0	9,76	—0,98	666	— 16	400	830	...	..	N.	0,03	...	.....	228
22	726,68	— 1,32	+21,67	+2,86	+13,5	+31,0	12,78	+2,04	670	— 12	470	820	...	..	N. 1	0,09	17,2	— 0,8	228
23	723,40	— 4,61	+24,24	+5,43	+16,8	+31,4	11,63	+0,89	543	—139	310	680	0,2	1	SSO. 2	0,59	18,5	+ 0,4	229
24	724,05	— 3,97	+17,55	—1,25	+14,9	+24,4	10,92	+0,18	754	+ 72	560	850	1,1	2	variable	0,71	15,5	— 2,6	230
25	722,70	— 5,33	+19,10	+0,31	+12,8	+28,0	11,08	+0,33	698	+ 16	390	890	...	..	N. 1	0,48	17,5	— 0,7	228
26	725,41	— 2,63	+17,70	—1,08	+14,6	+22,6	10,53	—0,22	730	+ 47	480	930	6,5	6	SSO. 1	0,78	19,5	+ 1,2	228
27	729,53	+ 1,49	+17,76	—1,01	+14,0	+22,7	7,15	—3,60	512	—171	360	630	...	..	SSO. 1	0,34	16,8	— 1,5	227
28	731,02	+ 2,98	+16,11	—2,64	+12,7	+22,0	7,45	—3,30	577	—107	380	690	1,2	2	SSO. 1	0,49	...	.....	228
29	727,02	— 1,03	+15,42	—3,31	+10,2	+21,4	7,62	—3,13	615	— 69	380	880	...	..	variable	0,52	14,6	— 3,8	227
30	727,54	— 0,51	+14,50	—4,20	+ 7,0	+19,8	6,94	—3,81	591	— 94	380	840	...	..	N. 1	0,16	16,2	— 2,2	225
31	725,76	— 2,29	+15,20	—3,47	+ 7,0	+21,4	7,83	—2,92	630	— 56	380	850	...	..	N. 1	0,32	17,5	— 1,0	224

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1867.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,12	730,24	730,17	729,96	729,66	729,26	729,06	729,34	729,94
2 «	727,10	727,25	727,02	726,72	726,28	725,76	725,71	726,09	726,91
3 «	726,87	727,07	726,96	726,57	726,13	725,58	725,29	725,57	726,01
Mois	727,99	728,15	728,02	727,71	727,32	726,82	726,64	726,96	727,56
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,10	+17,39	+18,99	+20,35	+21,47	+21,27	+20,30	+17,81	+16,07
2e «	+15,08	+18,45	+20,17	+21,47	+22,42	+22,45	+21,18	+18,81	+16,77
3e «	+13,86	+17,16	+19,20	+21,20	+22,77	+22,86	+20,99	+18,53	+16,55
Mois	+14,33	+17,65	+19,45	+21,01	+22,24	+22,21	+20,83	+18,39	+16,47
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,05	9,20	9,17	9,19	8,73	8,97	9,50	9,53	9,59
2e «	9,60	9,37	9,56	9,81	9,83	10,09	9,99	10,35	9,53
3e «	9,50	9,62	9,65	8,85	9,42	9,13	9,44	9,81	9,85
Mois	9,39	9,40	9,47	9,27	9,33	9,39	9,64	9,90	9,66
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	772	618	560	521	468	485	532	623	701
2e «	758	594	555	512	483	500	541	642	671
3e «	801	658	584	463	449	436	502	607	699
Mois	778	625	567	497	466	473	524	624	691

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+11,42	+23,10	0,41	16,22	4,2	235,7
2e «	+12,36	+24,50	0,59	14,92	14,3	228,7
3e «	+11,98	+24,52	0,41	17,03	9,0	227,4
Mois	+11,92	+24,05	0,47	16,06	27,5	230,5

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,63 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 65°,7 O., et son intensité est égale à 27,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1867.

Le 2, brouillard jusqu'à 10 heures du matin.
3, id. à 6 heures du matin.
5, id. depuis 6 heures du soir.
6, id. à peu près tout le jour.
7, id. à 6 heures du matin et à 10 heures du soir.
8, id. le matin et le soir.
12, id. le soir. Orage assez fort, avec éclairs et tonnerres vers les 10 heures du soir.
20, Dans la nuit du 19 au 20, la glace a entièrement disparu sur le lac. Brouillard à 6 heures du matin.
24, brouillard de 2 heures de l'après-midi à 6 heures du soir. Orage avec éclairs et tonnerres entre 6 et 7 heures du soir.
26, id. à 6 heures du matin.
28, id. jusqu'à 8 heures du matin. Il a neigé de 6 heures du matin à 8 heures du matin, et la neige a pris pied dans les environs de l'Hospice.
29, id. depuis 6 heures du soir.
30, id. à 6 heures du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 10 h. soir . . .	570,41	Le 2 à 2 h. après-m.	568,44
3 à 10 h. soir	571,60	8 à 6 h. soir	566,53
10 à 10 h. soir	569,55	12 à 10 h. soir	564,91
14 à 10 h. soir	570,05	17 à 6 h. matin . . .	566,66
18 à midi	569,89	20 à 6 h. matin . . .	565,09
22 à 10 h. matin . .	571,61	25 à 10 h. matin . .	565,10
27 à 8 h. soir	568,83	30 à 6 h. matin . . .	564,51

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1867.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	569,94	+ 2,07	569,62	570,41	+ 7,63	+ 2,30	+ 4,7	+11,5	.....	.....	......	SO. 1	0,66
2	568,82	+ 0,88	568,44	569,54	+ 3,32	— 2,07	+ 2,9	+ 5,3	.....	25,1	8	SO. 1	1,00
3	570,72	+ 2,72	569,60	571,60	+ 5,04	— 0,41	+ 1,8	+ 7,9	.....	....	....	NE. 1	0,42
4	570,85	+ 2,79	570,51	571,26	+ 7,55	+ 2,04	+ 3,9	+11,3	.....	.....	......	SO. 1	0,41
5	569,49	+ 1,38	569,06	570,16	+ 3,17	— 2,10	+ 2,0	+ 6,5	.....	3,0	4	NE. 1	0,86
6	569,90	+ 1,73	569,49	570,19	+ 2,88	— 2,74	+ 1,3	+ 6,0	.....	.....	......	NE. 1	0,91
7	568,79	+ 0,57	568,53	569,18	+ 2,02	— 3,65	+ 0,3	+ 4,6	.....	.....	......	NE. 2	0,80
8	566,97	— 1,30	566,53	567,62	+ 0,82	— 4,90	— 1,1	+ 3,7	.....	.....	......	NE. 2	0,52
9	568,04	— 0,28	566,70	568,97	+ 3,44	— 2,33	— 0,8	+ 6,7	.....	.....	......	NE. 1	0,00
10	569,04	+ 0,67	568,33	569,55	+ 5,50	— 0,32	+ 2,5	+ 8,8	.....	.....	......	NE. 1	0,07
11	568,63	+ 0,21	568,60	568,83	+ 6,19	+ 0,33	+ 2,9	+ 9,0	.....	.....	......	NE. 1	0,33
12	566,39	— 2,07	564,91	567,69	+ 7,05	+ 1,15	+ 4,5	+10,9	.....	.....	......	SO. 1	0,77
13	566,74	— 1,76	565,12	567,99	+ 5,94	0,00	+ 2,9	+10,9	.....	17,2	6	NE. 1	0,66
14	569,05	+ 0,51	568,05	570,05	+ 6,78	+ 0,80	+ 3,9	+ 9,2	.....	.....	......	SO. 1	0,59
15	568,63	+ 0,05	567,34	569,61	+ 8,22	+ 2,20	+ 5,9	+11,6	.....	.....	......	SO. 1	0,53
16	567,35	— 1,27	567,10	567,74	+ 8,49	+ 2,44	+ 4,4	+11,9	.....	.....	......	variable	0,32
17	567,67	— 0,98	566,66	568,58	+ 5,99	— 0,09	+ 4,0	+ 8,7	.....	.....	......	NE. 1	0,63
18	569,21	+ 0,53	568,59	569,89	+ 7,78	+ 1,67	+ 1,7	+12,3	.....	.....	......	NE. 1	0,13
19	566,18	— 2,53	566,08	566,50	+ 6,74	+ 0,61	+ 2,5	+13,7	.....	.....	......	variable	0,74
20	566,41	— 2,32	565,09	567,65	+ 3,25	— 2,90	+ 0,7	+ 6,0	.....	.....	......	NE. 1	0,28
21	569,16	+ 0,41	567,91	570,12	+10,12	+ 3,95	+ 7,7	+13,7	.....	.....	......	SO. 1	0,07
22	570,65	+ 1,88	570,40	571,61	+11,74	+ 5,55	+ 9,0	+16,2	.....	.....	......	SO. 1	0,43
23	568,43	— 0,36	567,30	569,68	+ 9,17	+ 2,97	+ 7,4	+12,4	.....	.....	......	SO. 1	0,90
24	565,78	— 3,03	565,47	566,32	+ 6,33	+ 0,12	+ 5,9	+10,0	.....	8,4	1	SO. 2	0,92
25	565,48	— 3,35	565,10	566,00	+ 7,14	+ 0,92	+ 6,1	+ 9,9	.....	.....	......	SO. 2	0,83
26	566,81	— 2,03	565,58	567,93	+ 6,51	+ 0,28	+ 4,9	+ 8,6	.....	.....	......	SO. 2	0,63
27	568,25	— 0,60	567,62	568,83	+ 6,17	— 0,06	+ 2,8	+10,4	.....	.....	......	variable	0,44
28	568,07	— 0,79	567,21	568,50	+ 0,98	— 5,25	— 0,6	+ 3,8	.....	.....	......	NE. 1	0,47
29	565,38	— 3,48	565,14	566,12	+ 2,20	— 4,03	0,0	+ 6,4	.....	.....	......	NE. 1	0,87
30	565,61	— 3,26	564,51	566,12	+ 1,30	— 4,93	— 2,6	+ 4,9	.....	.....	......	NE. 1	0,20
31	566,19	— 2,68	565,82	566,78	+ 7,54	+ 1,32	+ 2,8	+12,1	.....	.....	......	SO. 1	0,09

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1867.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	569,02	569,10	569,21	569,35	569,35	569,34	569,32	569,50	569,70
2e «	567,30	567,58	567,66	567,86	567,85	567,80	567,67	567,74	567,77
3e «	566,97	567,15	567,33	567,37	567,39	567,41	567,32	567,49	567,44
Mois	567,74	567,92	568,04	568,16	568,17	568,15	568,08	568,22	568,27

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,25	+ 4,20	+ 5,70	+ 6,62	+ 6,83	+ 6,56	+ 5,18	+ 3,77	+ 3,41
2e «	+ 3,78	+ 6,48	+ 8,03	+ 9,06	+10,04	+ 9,34	+ 7,81	+ 6,29	+ 5,97
3e «	+ 4,57	+ 6,00	+ 7,20	+ 8,79	+ 9,20	+ 8,64	+ 7,53	+ 6,23	+ 5,47
Mois	+ 3,57	+ 5,57	+ 6,98	+ 8,18	+ 8,71	+ 8,19	+ 6,86	+ 5,45	+ 4,97

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 1,75	+ 7,23	0,56	28,1	—
2e «	+ 3,34	+10,42	0,50	17,2	—
3e «	+ 3,95	+ 9,85	0,54	8,4	—
Mois	+ 3,04	+ 9,19	0,53	53,7	—

Dans ce mois, l'air a été calme 21 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,31 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 14,3 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXIX (NOUVELLE PÉRIODE)

1867. — N°s 113 à 116.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

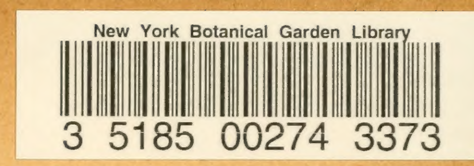
MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard


New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 3373

